

DIALOG(R)File 352: Derwent WPI

(c) 2008 Thomson Reuters. All rights reserved.

0008457188 & & Drawing available

WPI Acc no: 1997-310840/199728

XRPX Acc No: N1997-257467

**Organic/inorganic alloys for organic electroluminescent devices – has organic charge transport layer comprising inorganic component introduced to form an alloy improving charge transport from electrode to active region**

Patent Assignee: IBM CORP (IBMC); INT BUSINESS MACHINES CORP (IBMC)

Inventor: STRITE S; STRITE S C

Patent Family ( 11 patents, 18 & countries )								
Patent Number	Kind	Date	Application Number	Kind	Date	Update	Type	
WO 1997020355	A1	19970605	WO 1995IB1068	A	19951128	199728	B	
EP 864182	A1	19980916	EP 1995936719	A	19951128	199841	E	
			WO 1995IB1068	A	19951128			
JP 11504754	W	19990427	WO 1995IB1068	A	19951128	199927	E	
			JP 1997520304	A	19951128			
US 6023073	A	20000208	US 1996711625	A	19960912	200014	E	
KR 1999067490	A	19990825	WO 1995IB1068	A	19951128	200046	E	
			KR 1998703509	A	19980511			
JP 3327558	B2	20020924	WO 1995IB1068	A	19951128	200264	E	
			JP 1997520304	A	19951128			
KR 332186	B	20020509	WO 1995IB1068	A	19951128	200272	E	
			KR 1998703509	A	19980511			
JP 2003007465	A	20030110	JP 1997520304	A	19951128	200315	NCE	
			JP 2002130538	A	19951128			
EP 864182	B1	20030813	EP 1995936719	A	19951128	200355	E	
			WO 1995IB1068	A	19951128			

			EP 200312494	A	19951128			
EP 1347518	A2	20030924	EP 1995936719	A	19951128	200363	NCE	
			EP 200312494	A	19951128			
DE 69531509	E	20030918	DE 69531509	A	19951128	200369	E	
			EP 1995936719	A	19951128			
			WO 1995IB1068	A	19951128			

Priority Applications (no., kind, date): WO 1995IB1068 A 19951128; JP 2002130538 A 19951128; EP 200312494 A 19951128

Patent Details												
Patent Number	Kind	Lang	Pgs	Draw	Filing Notes							
WO 1997020355	A1	EN	51	17								
National Designated States,Original	JP KR											
Regional Designated States,Original	AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LU MC NL PT SE											
EP 864182	A1	EN			PCT Application		WO 1995IB1068					
					Based on OPI patent		WO 1997020355					
Regional Designated States,Original	CH DE FR GB LI											
JP 11504754	W	JA	55		PCT Application		WO 1995IB1068					
					Based on OPI patent		WO 1997020355					
KR 1999067490	A	KO		17	PCT Application		WO 1995IB1068					
					Based on OPI patent		WO 1997020355					
JP 3327558	B2	JA	21		PCT Application		WO 1995IB1068					
					Previously issued patent		JP 11504754					
					Based on OPI patent		WO 1997020355					
KR 332186	B	KO			PCT Application		WO 1995IB1068					
					Previously issued patent		KR 99067490					

				Based on OPI patent	WO 1997020355
JP 2003007465	A	JA	16	Division of application	JP 1997520304
EP 864182	B1	EN		PCT Application	WO 1995IB1068
				Related to application	EP 200312494
				Based on OPI patent	WO 1997020355
Regional Designated States,Original	CH DE FR GB LI				
EP 1347518	A2	EN		Division of application	EP 1995936719
				Division of patent	EP 864182
Regional Designated States,Original	CH DE FR GB LI				
DE 69531509	E	DE		Application	EP 1995936719
				PCT Application	WO 1995IB1068
				Based on OPI patent	EP 864182
				Based on OPI patent	WO 1997020355

### Alerting Abstract WO A1

The organic light emitting device has an organic active (53) region with at least one emission layer (EL). It also includes at least one organic charge transport layer (52) (either a hole transport or electron transport layer), an anode (51) and a cathode (54). The organic charge transport layer is alloyed by introducing an inorganic component. If the alloyed charge transport layer is a hole transport layer (HTL), for example, the holes are conducted through it using the inorganic constituents with reduced voltage drop or heating.

**USE/ADVANTAGE** – For discrete light emitting device, array and display. Improves efficiency. Reduces operating voltage. Higher brightness. Increases reliability.

**Title Terms /Index Terms/Additional Words:** ORGANIC; INORGANIC; ALLOY; ELECTROLUMINESCENT; DEVICE; CHARGE; TRANSPORT; LAYER; COMPRIZE; COMPONENT; INTRODUCING; FORM; IMPROVE; ELECTRODE; ACTIVE; REGION; OLED

## Class Codes

International Patent Classification					
IPC	Class Level	Scope	Position	Status	Version Date
H01L-033/00; H05B-033/22			Main		"Version 7"
H01L-051/20			Secondary		"Version 7"
H01L-0027/15	A	I	L	R	20060101
H01L-0027/32	A	N		R	20060101
H01L-0051/50	A	I	F	R	20060101
H01L-0051/52	A	N		R	20060101
H05B-0033/02	A	I	L	R	20060101
H05B-0033/12	A	I		R	20060101
H05B-0033/14	A	I	L	R	20060101
H05B-0033/14	A	I		R	20060101
H05B-0033/22	A	I	L	R	20060101
H05B-0033/22	A	I		R	20060101
H01L-0027/15	C	I	L	R	20060101
H01L-0027/28	C	N		R	20060101
H01L-0051/50	C	I	F	R	20060101
H01L-0051/50	C	N		R	20060101
H05B-0033/02	C	I	L	R	20060101
H05B-0033/12	C	I		R	20060101
H05B-0033/14	C	I	L	R	20060101
H05B-0033/14	C	I		R	20060101
H05B-0033/22	C	I	L	R	20060101
H05B-0033/22	C	I		R	20060101

ECLA: H01L-051/50G2, H05B-033/12

**ICO: T01L-027:32M2, T01L-051:52B2, T01L-051:52B4**

**US Classification, Current Main: 257-040000; Secondary: 257-103000, 313-504000,  
313-506000, 428-917000**

**US Classification, Issued: 25740, 257103, 313504, 313506, 428917**

**File Segment: EPI;**

**DWPI Class: U11; U14; X26**

**Manual Codes (EPI/S-X): U11-A15; U14-J01; U14-J02; X26-J**

## (19) 대한민국특허청(KR)

## (12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl. 6  
H01L 33/00(11) 공개번호 특1999-0067490  
(43) 공개일자 1999년08월25일

(21) 출원번호 10-1998-0703509  
 (22) 출원일자 1998년05월11일  
 번역문제출일자 1998년05월11일  
 (86) 국제출원번호 PCT/IB1995/01068 (87) 국제공개번호 WO 1997/20355  
 (86) 국제출원출원일자 1995년11월28일 (87) 국제공개일자 1997년06월05일  
 (81) 지정국 EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 독일, 덴마크, 스페인, 프랑스, 영국, 그리스, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투칼,  
 국내특허 : 아일랜드, 일본,

(71) 출원인 인터내셔널 비지네스 머신즈 코포레이션 포만 제프리 엘  
 미국 10504 뉴욕주 아몬크  
 (72) 발명자 스트리트 사무엘 클라켓  
 스위스 제하-8802 킬호베르그 혼할텐스트라세 1  
 (74) 대리인 김창세  
 장성구

심사청구 : 있음

(54) 유기 전자 발광 소자를 향상시키기 위하여 사용된 유기/무기 합금

## 요약

본 발명의 목적은 적어도 하나 이상의 방사층(emission layer; EL)을 갖는 유기 능동(53) 영역을 갖는 유기 발광 소자(organic electroluminescent light emitting device; OLED)를 제공함으로써 얻어진다. OLED는 적어도 하나 이상의 유기 전하 전달층(52) (정공 전달층 또는 전자 전달층), 애노드(52) 및 캐소드(54)을 더 포함한다. 이러한 유기 전하 전달층(52)은 무기 성분의 삽입하여 합금된다. 만약, 예를 들어 합금된 전하 전달층(52)이 정공 전달층(HTL)이면, 정공은 축소된 전압강하 또는 가열(heating)에 의하여 정공 전달층을 통하여 전도되어 진다.

## 명세서

## 기술분야

본 발명은 유기 전자 발광 소자, 어레이, 디스플레이 및 이들의 제조방법에 관한 것이다.

## 배경기술

유기 전자 발광은 분리된 발광 소자, 어레이 및 디스플레이에 응용 가능하기 때문에 광범위하게 연구되고 있다. 지금까지 연구된 유기물은 많은 응용분야에서 종래에 사용되던 무기물을 대체할 수 있었으며, 완전히 새로운 응용 분야가 가능하게 된 것도 있다. 유기적 합성에 있어서의 자유도가 매우 높기 때문에 머지않아 유기물이 확실히 더욱 흥미있는 물질이 될 것이다.

금속/유기물/금속 구조내에서 낮은 효율을 갖는 유기 전자 발광은 수년전부터 관측되었으며, 이러한 예는 포프(Pope et al.) 등에 의하여 Journal Chem. Phys., Vol. 38, 1963, pp. 2024에 개시되고 "Recombination Radiation in Anthracene Crystals"라는 제목으로 Physical Review Letters Vol. 14, No. 7, 1965, pp. 229-231에 헬프리치(Helfrich et al.) 등에 의하여 개시된다. 최근의 개발은 두가지 고효율 유기 전자 발광에 관한 보고서에 의하여 크게 촉진되었다. 이 보고서는 탕(Tang et al.) 등에 의한 "Organic electroluminescent diodes", Applied Physics Letters, Vol. 51, No. 12, 1987, pp. 913-915와, 브로흐(Burroughs et al.) 등에 의한 Nature, Vol. 347, 1990, pp. 539이다. 각각은 투명한 ITO(Indium-Tin-Oxide) 및 기판으로 금속/유리를 사용했다. 탕(Tang) 등은 진공 침착된 모노머릭(monomeric) 화합물을 이용한 2층(two-layer) 유기 발광 소자를 만든 반면, 브로흐(Burroughs et al.) 등은 스핀 도포된 폴리(p-페닐렌비닐렌)(PPV) 및 폴리머를 사용했다.

탕 및 브로흐등에 의하여 기술된 장점은 주로 적절한 다중 유기층 및 컨택트 물질의 선택을 통하여 전자 발광 소자의 설계를 개선했기 때문에 얻어졌다. 일반적으로 하나의 유기물은 전자 및 정공을 모두 잘 전도하지는 않으므로, 탕 등의 2층 구조는 큰 효과가 있었다. 일반적으로, 소정의 하나의 유기물은 단지 고효율로 광 방사를 하거나, 하나의 극성을 갖는 전하 이동 또는 금속 컨택트로부터 특정한 유기물내로 전하를 효율적으로 주입하는 데 가장 적합하다. 이러한 경향은 "Electroluminescence in Organic Films with Three-Layer Structure"라는 제목으로 Japanese Journal of Applied Physics, VOL. 27, No. 2, 1988, pp. L269-L271에 아다치(Adachi) 등에 의하여 개시되고 "Organic Electroluminescence Devices with a Three-Layer Structure"라는 제목으로 Japanese Journal of Applied Physics, VOL. 27, No. 2, 1988, pp. L713-L715에 아다치 등에 의하여 개시되었다. 이러한 보고서에서, 아다치는 전자전도, 정공전도 및 방사를 각각 분리시킴으로써 각각의 유기물이 오직 하나의 기능만을 수행하도록 하는 3층(three-layer) 구조를 개시했다.

유기 전자 발광 광방출 소자(OLEDs)는 무기 발광 소자(LED)와 매우 유사하게 작동한다. 도 1a에 개략적으로 도시된 가장 단순하게 작동할 수 있는 구조는 전자(e-) 및 정공(h<sup>+</sup>)을 각각 주입하는 두 개의 전극(11, 12)사이에 샌드위치된 유기 방사층으로 이루어진다. 이러한 구조는, 예컨대 상기 기술된 브로흐등의 논문에 기술되었다. 전자 및 정공은 유기층에서 만나고, 재결합하여 빛을 만들어낸다. 유기층(10)을 형성하는 유기물의 전자 및 정공 밴드(bands)가 일치하도록 전극 물질을 선택할 때, 향상된 성능을 얻을 수 있다. 이러한 향상된 구조는 도 1b에 도시된다. 적절한 전극 물질(13, 14)을 선택함으로써, 반송자 주입에 대한 에너지 장벽은 감소한다. 이 경우에도, 어느 것도 전자가 유기층(10)을 가로질러 애노드(14)에 도달하거나 그 역으로 되는 것을 막을 수 없기 때문에 이렇게 간단한 구조는 양호한 성능을 나타내지 못한다. 도 2a는 극히 소수의 전자가 주입되고 정공이 어쩔수 없이 캐소드(15)내에서 재결합되도록 하는 큰 전자 장벽(16)을 갖는 소자를 도시한다.

도 2b에 도시된 두 번째 문제는 알려진 대부분의 유기물, 특히 전도성 유기물내의 전자 및 정공의 이동도가 크게 다르다는 것이다. 도 2b는 애노드(18)로부터 주입된 정공이 유기층(19)을 통해 신속히 이동해 가는 반면 주입된 전자가 훨씬 느리게 이동한 결과 캐소드(17) 근처에서 재결합이 이루어지는 예를 나타낸다. 만약 유기층(19)내의 전자 이동도가 정공보다 크다면, 재결합은 애노드(18) 근방에서 발생할 것이다. 컨택트에 의하여 금속 컨택트 근방의 재결합이 강하게 이루어지며, 이것이 결함있는 소자의 효율을 제한한다.

도 3a에 도시된 바와 같이 주로 상기 기술한 문제점을 극복하기 위하여 탕은 전자 전달층(20)(ETL) 및 정공 전달층(HTL)(21)을 도입하여 두 개의 물질사이에 전자 및 정공 전달 기능을 분리하였다. "Electroluminescence of doped organic thin films"라는 제목으로 탕(C. W. Tang et al.) 등에 의하여 개시된 Journal of Applied Physics, Vol. 65, No. 9, 1989, pp. 3610-3616에서, 더 높은 반송자 이동도가 2층 디자인에서 얻어지며, 그 결과 소자의 적렬 저항이 감소하고 좀더 낮은 작동 전압에서 광 출력이 동일하게 된다. 컨택트 금속(22, 23)은 ETL(20) 및 HTL(21) 밴드와 일치되도록 각각 선택될 수 있으며, 재결합은 양쪽 전극(22, 23)으로부터 멀리 떨어진 유기층(20, 21)사이의 계면에서 일어난다. 도 3a에 도시된 구조는 HTL 및 ETL 물질을 요령있게 선택함으로써 전자가 HTL(21)로 들어가는 것을 방지하여 반대로도 가능하다. 이러한 특징은 도 1a에 도시된 바와 같이 금속 컨택트에서 비방사(non-radiative) 재결합을 줄이며 또한 같은 체적내에 고밀도의 전자 및 정공의 발생을 촉진하여 방사(radiative) 재결합이 강화되도록 한다. 또한, 유기 방사층에서 OLED 효율을 향상시키거나 방사 스펙트럼을 변경하기 위하여 큐마린(coumarine) 540 염료(dye) 또는 DCM 화합물과 같은 다른 유기 화합물을 첨가할 수 있다는 것은 탕 등에 의하여 먼저 개시되었다. 탕 등은 유기 도판트(organic dopant)와 주물질(host material)을 적절하게 선택함으로써, 도편트에 의해 재결합이 제어된다는 것을 개시하였다.

"Electroluminescence in Organic Films with Three-Layer Structure"라는 제목으로 아다치(Adachi et al.) 등에 의하여 Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 27, No. 2, 1988, pp. L269-L271 및 "Electroluminescent Mechanism of Organic Thin Film Devices"라는 제목으로 아다치(Adachi et al.) 등에 의하여 5th International Workshop on Electroluminescence, Helsinki 1990, ACTA Polytechnica Scandinavica, Applied Physics Series No. 170, pp. 215-218에서 3개의 유기층을 갖는 구조의 예가 개시된다. 이러한 구조는 도 3b에 도시된 바와같이 ETL(31)과 HTL(32) 사이에 샌드위치되는 별도의 방사층(30)을 갖는다. "Evidence for Excitation Confinement in Crystalline Organic Multiple Quantum Wells"라는 제목으로 쏘(F. F. So et al.) 등에 의하여 Physical Review Letters, Vol. 66, No. 20, 20 May 1991, pp. 2649-2652에 개시된 논문에 의하여 촉진되었으며, 여기에 개시된 양자-우물 개념은 무기 반도체와 유기 전자 발광 물질 모두에게 타당하다. 3층 구조는 전자와 정공이 가장 효율적으로 재결합하는 능동층내에 전자와 정공을 모두 가둘 수 있는 이점이 있다. 다른 이점은 층들을 더욱 특화할 수 있다는데 있다. 2층 구조에서, 하나의 물질은 반드시 절충이 필요한 전달 및 방사기능 모두를 수행해야 하지만, 3층 구조는 전달 층과 능동층을 이들의 전도 및 방사 특성에 따라서 독립적으로 선택하는 것을 가능하도록 한다.

유기 LED는 많은 응용분야에서 무기 LED 보다 우수한 성능을 발휘할 수 있는 잠재력이 있다. OLED 및 OLED 상에 형성한 소자의 중요한 이점중에 하나는 가격에 있는데 이는 무기 LED의 경우에는 결정 기판의 제한된 영역상에 고온으로 형성해야 하지만, OLED 및 LED는 큰 유리기판 또는 가격이 저렴한 다른 투명, 반투명 또는 불투명하며 편평한 기판의 넓은 영역상에 낮은 온도로 증착이 가능하기 때문이다. 기판은 유연한(flexible) OLED 및 신규한 형태의 디스플레이에 사용하도록 유연해야 한다. 현재까지, OLED 및 OLED 상에 형성한 소자의 성능이 무기물로 형성한 것보다 훨씬 열등했던 몇 가지 이유는 다음과 같다:

1. 고온의 동작 전압: 능동 영역(방사층)으로 전하를 이동하거나 주입하기 위하여 유기 소자는 높은 전압이 필요하며, 이는 이러한 소자의 전력 효율을 저하시킨다. 금속/유기물사이의 계면에서의 에너지 장벽을 넘어서 전하를 주입하기 위한 높은 전계의 필요 및 큰 오믹(ohmic) 전압강하와 전력분산(power dissipation)이 일어나도록 하는 유기 전달층(ETL 및 HTL)내의 낮은 전하 이동도에 의하여 고전압이 필요하게 된다.
2. 낮은 휘도: 오늘날의 OLED는 무기 LED에서 발생되는 광자(photon)와 거의 동일한 수의 광자를 발생할 수 있다. 즉, 오늘날의 OLED의 양자 효율은 매우 양호하다. 저항 전달층(HTL 및 ETL)을 통하여 상대적으로 적은 전하가 전도된다는 단순한 이유 때문에

OLED는 무기 LED보다 휙도에 있어서 뒤쳐진다. 이는 공간전하 한계전류(Space Charge Limited Current)로 잘 알려진 효과이다. 유기물내의 낮은 전하 이동도 때문에 전자 및 정공이 방사층에 도달하는데 제한을 받는다. 높은 전도 전달층이 가능할 때까지 크게 향상된 휙도를 갖는 더 좋은 방사를 질은 얻을 수 없다.

3: 신뢰성: 유기 LED는 대기중에서 그리고 동작중에 질이 저하된다. 이러한 문제는 다음의 이유에 의하여 기인한다:

A) 낮은 전기장으로 전자를 효율적으로 주입하려면 산소와 물에서 강하게 반응하는 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 플루오로화물(F), 리튬(Li)등과 같이 낮은 일함수를 갖는 캐소드 금속을 요구된다. 오직 저항에 의하여 가열되는 동안 순환 가스 및 유기 물질로부터 발생되는 가스는 컨택트의 질을 떨어뜨린다.

B) 주지의 ETL 및 HTL 물질내에 반송자(carrier)를 주입하는데 종래의 AgMg 및 ITO 컨택트는 여전히 종대한(significant) 장벽을 갖는다. 따라서, 높은 전기장은 종대한 주입전류를 발생할 필요가 있게 된다. 저항 계면에서의 높은 전기장 및 오직 컨택트에 의한 이러한 스트레스는 소자의 질을 저하하는데 기여하게 된다.

C) 종래의 반송자 전달층의 높은 저항은 동작중에 소자를 가열한다.

D) 대부분의 OLED 물질의 열적 안정성은 OLED가 가열에 민감하지 않도록 한다. 가열하는 동안, 많은 비정질(amorphous) 유기물은 그레인(grain)으로 결정화한다. 결정체(crystallite)는 비정질 고체보다 적은 체적을 갖게되고 비정질 고체보다 덜 균일하게 채워지게 된다. 가스 형태의 이물질을 방출하거나 주변 물질을 침착하기 위하여 다른 채널을 개방하는 동안, 결정의 갭(gap)과 기묘한 형태(odd shape)는 하나의 결정체로부터 다른 결정체로의 전도를 어렵게하고, 정궤환 루프(positive feedback loop)내에서 저항을 증가시켜 열이 발생된다.

전하 주입 및 반송자 전달의 두 개의 기능(tasks)을 수행하기 위하여 3층 유기 구조(도 3b를 참조)가 전달층들을 필요로 할 지라도, 이들은 하나의 기능에 대하여 최적화되어질 수 있다. 자연스러운 향상은 두 개의 주입층을 첨가된 5층 구조이다. 만약에 컨택트 금속과 전달층사이의 에너지 오프셋(offset)을 분리한다면, 이러한 새로운 층은 매우 유용하다. 전자와 정공에 대하여 두 개의 작은 장벽의 높이를 더한 단일 장벽보다 두 개의 작은 장벽을 극복하는 것이 훨씬 쉽다. 두 개의 작은 장벽이 제공된 OLED 소자의 부분이 도 4에 도시된다. 이러한 소자는 전자 주입층(40)과 전자 전달층(ETL)(42)이 이어지는 캐소드 금속(41)을 포함한다. 전자에 대하여 두 개의 작은 계단이 캐소드와 ETL사이에 홀로 존재하는 큰 계단을 대신할수 있도록 3개의 층(40-42)에 대한 일함수는 선택된다. 또한, 동일한 방법이 정공에 대하여 적용될 수 있다. 이는 주입층은 주입층의 일함수에 따라서 선택되고 전달층은 전달층의 이동도에 따라서 선택되어지는 것을 가능하도록 한다.

OLED는 이들의 방사층에 의하여 제한되는 것이 아니라 주로 이들의 컨택트와 전달층에 의하여 제한된다. 따라서, 쉽게 전하를 OLED로 주입할 수 있는 안정되고 적은 일함수를 갖는 금속으로 대치되는 것이 매우 바람직하다.

유기 물질이 방사 물질로써 매우 효율이 좋기는 하지만, 이들은 낮은 이동도와 반송자 밀도를 갖는 매우 빈약한 전도체이다. 이러한 예는 트리스(8-하이드록시퀴놀린 알루미늄(Alq3; tri(8-hydroxyquinoline aluminum))이며, 이는 오늘날 OLED에 사용하는 가장 유명한 전자전달 물질이다. "Electron and hole mobility in tris(8-hydroxyquinoline aluminum)"이라는 제목으로 케플러(Kepler et al.) 등에 의하여 Applied Physics Letters, Vol: 66, No. 26, 1995, pp. 3618-3620에 개시된 논문에서는  $1.4 \times 10^{-6}$

$cm^2/Vs$  및  $2 \times 10^{-8} cm^2/Vs$ 의 값을 얻은 Alq3 내에서 전자와 정공의 이동도를 각각 측정하였다. 비교해 보면, 일반적으로 태양전지 및 박막 트랜지스터와 같은 곳에 쓰이는 유리상에 침착된 비정질 실리콘(Si)은 크기가 6승 정도 컸다, 즉  $\sim 1cm^2/Vs$

$cm^2/Vs$ . 또한 무기금속은 낮은 이동도를 갖지만, 이는 전하 전도에 관련해서 큰 반송자 농도를 갖음으로써 보상된다. 예를 들면, 금속은 통상적으로 10

$cm^2/Vs$  크기 또는 그 이하의 저항을 갖는다. 도핑된 반도체는 10

$cm^2/Vs$  내지  $10^{-4} cm^2/Vs$  정도로 낮은 저항을 가질 수 있다. 한편, 유기 전도체(절연체로 간주할 수 있는)는 통상적으로 10

$cm^2/Vs$  정도 또는 그 이상의 저항을 갖는다. 따라서, 각각의 물질이 그들이 할 수 있는 최선을 하도록 만들 수 있다.

폴리머 및 모노머릭 물질은 각각을 이용하여 만들어진 OLED의 성능에 반영된 특성이 서로 상이하다. 따라서 이들을 모두 사용하는 방법이 매력적으로 된다. 예를 들면, "Poly(P-phenylene vinylene)/tris(8-hydroxy) quinoline aluminum heterostructure light emitting diode"라는 제목으로 우(C.C. Wu et al.) 등에 의하여 Applied Physics Letters, Vol. 66, No. 6, 1995, pp. 653-655에 보고된 논문에서 그들은 소자를 형성하기 위하여 유기 폴리머와 모노머릭 모두를 사용하였다. 훨씬 큰 분자량을 갖는 폴리머는 일반적인 HTL과 같이 결정화되지 않는다. 두 개의 상이한 제조기법을 요구하는 것이 이러한 시도의 단점이다. 자연, 전이(transfer) 등은 계면에서 오염을 일으킨다. "Organic electroluminescent devices based on molecularly doped polymers"의 제목으로 키도(J. Kido et al.) 등에 의하여 Applied Physics Letters, Vol. 61, No. 7. 1992, pp. 761-763에 개시된 논문에서 모노머릭을 도핑한 폴리머에 대하여 개시했다.

"Organic electroluminescent devices fabricated using a diamine doped  $MgF_2$  thin film as a hole-transporting layer"라는 제목으로 토끼또(S. Tokito et al.) 등에 의하여 Applied Physics Letters, Vol. 66, No. 6, 1995, pp. 673-675에 개시된 논문에서 유기 성분이 도핑된 무기층을 갖는 소자가 기술되었다. 이 논문의 동기는 디아민의 재결정을 피하는 것이다.  $MgF_2$

<sup>2</sup>와 같은 이러한 무기률은 절연체로 이용하여 삽입된 유기성분에 의하여 정공의 전도도에 모두 기여하도록 한다.

다른 그룹은 무기층을 별개의 유기층에 접적하여 구현한 무기/유기 하이브리드(hybrid) 소자를 보고했다. 이러한 것의 예는 "Organic-Inorganic heterostructure electroluminescent device using a layered perovskite semiconductor(C6H5C2H4NH3)2PbI4"라는 제목으로 에라(M. Era et al.) 등에 의하여 Applied Physics Letters, Vol. 65, No. 6, 1994, pp. 676-678에 개시된다. 에라 등의 소자는 유기 옥사이디아졸 ETL과 함께 무기 페로브스카이트(perovskite)를 HTL 및 방사층 둘다로 사용했다. 후지타 등은 유기 디아민 HTL과 함께 n-형 에피택셜 ZnSe/GaAs를 ETL 및 방사층 모두로 사용하였다. 에라 등의 소자는 페로브스카이트 능동층의 광학적 특성이 떨어지기 때문에 효율이 안좋다. ETL 전도도가 안좋고 불안정한 캐소드 금속이 필요하게 되는 종래의 OLED의 많은 문제점을 겪게된다. 후지타와 등의 시도는 종래의 무기 LED에 비하여 OLED에 있어서 바람직한 특성은 하나도 없다. 에피택셜 ZnSe/GaAs 시도는 어렵고 값이 비싸며 GaAs의 기판을 사용하기 때문에 작은 영역으로 제한된다. 애노드 및 GaAs 기판 모두는 ZnSE에 의하여 발생된 청색광을 강하게 흡수하여 광출력을 줄인다. 더욱이, 디아민 HTL은 많은 p-형 무기 반도체보다 훨씬 열악하게 정공을 전도한다.

상기에 기술한 바에 따르면, 최상의 기능을 수행하기 위하여 OLED는 다음의 두가지 문제 즉, (1) 효율적인 재결합 및 (2) 애노드/캐소드로부터 방사 유기 물질로의 효율적인 전하전달을 해결해야 한다. ETL 및 HTL은 효율적인 재결합을 위하여 소멸 컨택트로부터 능동 영역을 제거할 필요가 있다. 알려진 모든 전자 전도 유기물이 낮은 일함수를 갖고 있기 때문에, 효율적인 전하 전달을 위해 낮은 일함수를 갖는 캐소드 물질을 선택하는 것은 선택의 문제이다.

그러나, 이러한 해법의 각각은 성능을 저하시키고 소자의 신뢰성을 떨어뜨린다. 좀더 효율적으로 재결합을 하기 위하여 금속 컨택트로부터 능동층을 제거하면 HTL/ETL을 가로질러 오직 전압 강하가 야기되며, 이는 열을 발생하고 전력 소모를 유발한다. 낮은 일함수를 갖는 금속은 불안정하고 신뢰성이 없다.

상기 기술된 예와 종래 기술의 상황을 기술한 것으로부터 알 수 있는 것처럼, 수용가능한 특성을 갖는 OLED 및 디스플레이를 구현하기 위해서는 해결해야 할 2개의 중요한 문제가 있다.

본 발명의 목적은 신규하고 향상된 유기 전자 발광 소자, 어레이 및 디스플레이를 제공하는데 있다.

본 발명의 다른 목적은 향상된 효율, 낮은 동작전압, 고휘도 및 향상된 신뢰성을 갖는 신규하고 향상된 유기 전자 발광 소자, 어레이 및 디스플레이를 제공하는데 있다.

본 발명의 또 다른 목적은 본 발명의 신규하고 향상된 유기 전자 발광 소자, 어레이 및 디스플레이를 제조하는 방법을 제공하는데 있다.

## 도면의 간단한 설명

도 1a는 방사층 및 두 개의 전극을 갖는 통상적인 OLED의 단면도.

도 1b는 방사층 및 두 개의 전극을 가지며, 반송자 주입에 대한 에너지 장벽이 감소하도록 일함수가 선택된 통상적인 다른 OLED의 단면도.

도 2a는 방사층 및 두 개의 전극을 갖는 통상적인 다른 OLED의 단면도—애노드의 일함수가 정공 주입에 대한 에너지 장벽이 낮도록 선택된 반면, 캐소드의 일함수가 방사층과 거의 일치하지 않아서 방사층내에서 전자주입 및 방사 재결합을 거의 얻지 못한다.

도 2b는 정공 이동도에 비하여 낮은 전자 이동도를 갖는 방사층을 가짐으로써 캐소드의 근처에서 재결합이 일어나는 통상적인 다른 OLED의 단면도.

도 3a는 전자 전달층 및 정공 전달층을 갖는 통상적인 다른 OLED의 단면도.

도 3b는 유기 발광층을 둘러싸는 전자 전달층 및 정공 전달층을 포함하는 3층 구조를 갖는 통상적인 다른 OLED의 단면도.

도 4는 주입층이 더 작게 선택되어서 캐스케이드된(cascaded) 에너지 장벽이 컨택트와 전달층 사이에서 발생되도록 전자 주입층 및 전자 전달층이 있는 통상적인 다른 OLED의 부분 단면도.

도 5는 정공 전달층으로 작용하는 유기/무기 합금층 및 방사층으로 작용하는 통상적인 유기층을 포함하는 본 발명에 따르는 2층 발광 소자의 단면도.

도 6a는 전자 전달층으로 작용하는 유기/무기 합금층, 정공 전달층으로 작용하는 통상적인 유기층 및 방사층으로 작용하는 통상적인 유기층을 포함하는 3층 발광 소자의 단면도.

도 6b는 도 6a에 도시된 소자의 밴드 다이어그램.

도 7a는 전자 전달층으로 작용하는 유기/무기 합금층, 유기 버퍼층, 종래의 유기 방사층 및 정공 전달층으로 작용하는 유기/무기 합금층을 포함하며 본 발명에 따르는 4층 발광 소자의 단면도.

도 7b는 도 7a에 도시된 소자의 밴드 다이어그램.

도 8a는 전도성을 향상시키기 위하여 전자 전달층 각각내에 무기 화합물(들)이 도핑된 단일 유기 매트릭스, 원하는 파장(들)에서 방사를 제공하기 위하여 유기 및/또는 무기 화합물을 도핑한 제 2 유기물로 이루어진 방사층을 둘러싼 도핑되지 않은 버퍼층을 포함하는 본 발명에 따르는 5층 발광 소자의 단면도.

도 8b는 도 8a에 도시된 소자의 밴드 다이어그램.

도 9는 애노드가 위로 올라간 구조로써 실리콘 기판상에 본 발명의 실시예를 구현한 단면도.

도 10은 캐소드가 위로 올라간 구조로써 실리콘 기판상에 본 발명의 실시예를 구현한 단면도.

도 11은 캐소드가 위로 올라간 구조에서 실리콘 소자가 패터닝된 투명한 기판상에 본 발명의 실시예를 구현한 단면도.

### 발명의 상세한 설명

따라서 본 발명의 목적은 유기 능동 영역을 갖는 OLED에 적어도 하나 이상의 방사층을 제공함으로써 얻어진다. OLED는 또한 유기 전하 전달층(정공 또는 전자 전달층), 애노드 및 캐소드를 더 포함한다. 이러한 유기 전하 전달층은 무기를 성분을 도입하여 합금된다. 예를 들어, 만약 상기 합금된 전하 전달층이 정공 전달층이면, 정공은 축소된 전압강하 또는 가열을 갖는 무기 성분에 의하여 정공 전달층을 통하여 전도된다.

유기 전달층내에 높은 전도성의 무기물을 삽입한 것이 특징인 본 발명의 접근법은 "Organic electroluminescent devices fabricated using a diamine doped  $MgF_2$  thin film as a hole-transporting layer"라는 제목으로 토키또(S. Tokito et al.) 등에 의하여 Applied Physics Letters, Vol. 66, No. 6, 1995, pp. 673-675에 개시된 접근법에 정확히 반대된다: 반송자 주입에 대한 에너지 장벽을 감소시키거나 제거함으로써 컨택트를 향상시키는데 필요한 구조(scheme)에 대해서는 아직 토키또에 의하여 인식되지 않았다.

적어도 하나 이상의 전달층이 유기/무기 합금층이어야 한다는 사실 외에도, 전하를 무기 합금으로부터 유기 능동 영역으로 전달하기 적합한 다른 층을 갖는 것이 바람직하다. 본 발명에 따르면, 이것은 일측면상의 능동 영역과 다른 측면상의 유기/무기 합금 전달층사이에 유기 버퍼(buffer) 층을 제공함으로써 얻어진다. 근처의 유기/무기 합금층에 의하여 영향을 받지 않거나 때때로 소멸되면서 방사층내의 전자와 정공의 방사 재결합이 일어난다. 이러한 경우에 버퍼층은 작은 전압에 의하여 반송자가 능동 영역내로 확산되거나 구동(driven)되거나 충분하도록 반드시 얇아야 한다. 다른 한편, 버퍼층은 합금에 의하여 재결합의 소멸이 일어나는 것을 피하기 충분할 정도로 두꺼워야만 한다. 특정한 합금이 휴도를 얼마만큼 열화시키는지와 그 이외의 많은 파라미터에 따라서 유기 버퍼층의 두께는 반드시 1-100nm 영역을 가져야 한다.

본 발명의 다른 실시예에 따르면, 전달층 모두가 합금되고, 또한 이러한 합금된 전달층중의 하나가 유기 버퍼층에 의하여 능동 영역으로부터 분리된다.

방사층의 양측면에 유기 버퍼층과 유기/무기 합금층이 제공되는 대칭 소자 구조를 갖는 것이 바람직하다.

더욱이, 유기물이건 무기물이건 합금층과 버퍼층, 버퍼층과 능동층사이에 확산을 방지하기 위하여 버퍼와 합금층사이에 확산 장벽이 삽입된다.

유기/무기 합금층의 농도가 구배(graded)되어 농도는 유기 능동 영역으로부터의 거리에 따라서 감소 또는 증가한다.

이러한 유기/무기 합금을 얻기 위하여, 유기 매트릭스의 전체적인 특성을 바꾸지 않고 무기물의 전도도가 지배적으로 되도록 유기 매트릭스내에서 무기 성분이 산포된다. 전달층을 형성하기 위한 유기 매트릭스는 하나의 무기 성분을 도입하거나 또는 상이한 무기 성분들을 도입하여 합금할 수 있다. 전자 전달층은 다른 정공 전달층을 합금하기 위하여 사용한 무기물과 다른 무기물을 이용하여 합금될 수 있다.

무기물은 유기물에 비하여 높은 이동도를 위하여 선택하거나 또는 높은 반송자 농도를 위하여 선택될 수 있다. 이러한 선택은 주어진 전압에서 높은 전류와 낮은 저항, 또는 낮은 전압에서 동일한 전류를 초래하게 된다.

전달층으로서 유기/무기 합금을 도입하면 다음과 같은 세가지 장점이 있다: 1. 무기 컨택트 물질과 유기/무기 합금 전달층의 무기 성분(들) 사이에서 전하 주입이 발생할 수 있다. 이런 식으로 전하를 주입하는 문제점은 잘 이해되고(예를 들면, 금속/반도체), 통상적인 접근 방식을 사용하여 화학적으로 안정한 물질로 쉽게 최적화되는데, 이에 대해서는 후술한다.

2. 유기 매트릭스내에서 무기 성분의 높은 이동도 또는 높은 반송자 농도 때문에, 전극으로부터 방사 영역(능동 영역)으로의 반송자의 전달이 향상된다.

3. 전하 전달은 전극/전달층의 계면(들)은 물론 소자내에서도 더 이상 일어나지 않는다. 이는 다음과 같은 두가지 이유 때문에 바람직하다. 1) 유기 매트릭스내에 산포된 무기 성분(들)로 이루어진 미세 합금구조는 무기 영역이 더 날카로운 평균 피쳐(feature) 크기를 갖도록 규정한다. 주어진 동작 전압에서, 도전성 무기 화합물(들) 내에서 피쳐가 더 날카롭게 되면 무기/유기 계면에서 국부 전계가 증가하는 것과 직접 관계가 있고, 그 결과 전하 전달이 더욱 효율적으로 일어난다. 2) 합금의 산포 특성으로 인해 무기 및 유기 화합물 사이에 매우 큰 전체 컨택트 면적이 생긴다. 주어진 전기장 또는 전압에서, 전체 전류는 주입에 관여하는 컨택트 면적에 직접적으로 비례하게 된다. 유기/무기 접합(junction)이 두 개의 편평한 층의 표면에서 극도로 완만했던 통상적인 접근법과 비교할 때, 이러한 장점을 매우 험저해진다.

유기/무기 합금을 사용함으로써, OLED 구조를 보다 두껍게 설계할 수 있으며, 따라서 이들이 좀 더 강인하고 오염에 잘 견디도록 할 수 있다. 통상적인 OLED의 설계자들은 직렬 저항과 소자의 신뢰성 사이에서 타협할 수밖에 없었다. 특히, 오믹 가열과 전력의 손실을 최소화하기 위해, 설계자들은 전달층을 가능한 한 얇게 만들고자 했다. 그러나, 전달층을 너무 얇게 할 경우, 컨택트 금속에 의해 전자 발광이 소멸(quench)되고, 소자의 동작 전압에서 전계가 더욱 높아지며, 입자의 오염에 의해 회로가 단락될 수 있으므로 설계자들은 전달층을 얇게 만들 수 없었다. 후자의 효과는 100nm 금속 오염입자의 예에 의하여 알 수 있다. 이것은 75nm 두께의 OLED를 완전히 방해하는데 이는 유기물에 의하여 완전히 덮혀지지 않으며, 애노드와 캐소드사이에 직접적으로 전도를 가능하게 하여, 재해적인 회로 단락을 유발한다. 한편, 250nm 두께의 소자는 주로 유기층으로 금속 입자를 완전히 삼켜버려 가장 위에 있는 금속이 아래의 금속으로 직접적인 경로를 갖지 못하게 한다. 전달층의 전도도를 매우 향상시킴으로써 유기/무기 합금에 의해 두껍운 OLED를 설계할 수 있게 된다.

금속 또는 반도체의 선택에 따라서, 합금된 전달층/컨택트 계면에 대하여 4개의 뚜렷한 실질적인 가능성성이 있다. 각각의 경우, 안정적이고 신뢰성이 있으며, 무시할 정도의 오믹 손실로 쉽게 전하를 주입할 수 있는 무기물을 계면의 양쪽에서 선택할 수 있다.

1) 금속 무기합금 성분/금속 컨택트: 일함수에 상관없이 양쪽 극성의 반송자 주입에 대한 장벽은 없다. 예를 들면, 어떠한 두 금속 보다도 일함수가 차이가 나는 알루미늄(Al)과 금(Au)은 각각의 전도대가 부분적으로 점유되어 있기 때문에, 어느 방향이든지 전자 전달에 대한 장벽을 나타내지 못한다.

2), 3) 반도체 무기 합금 성분/금속 컨택트 또는 금속 무기 합금 성분/반도체 컨택트: 금속/반도체 접합, 즉, 쇼트키(Schottky) 다이오드는 광범위하게 연구되었고 잘 이해된다. 이는 양방향으로 전하를 이동시킴으로써, 이들 두 경우가 거의 등등하게 된다. 주어진 접합에서 전달될 수 있는 전류의 양은 쇼트키 장벽의 높이(계면의 물리적 특성에 의하여 결정됨)와 장벽의 폭(반도체내의 반송자의 농도에 의하여 결정됨)의 합수이다.

사실상, 통상적인 OLED 내의 전달층/컨택트 접합은 쇼트키 다이오드로서, 그 장벽 높이는 두 물질의 일함수에 의하여 결정되고 그 폭은 유기 전달층의 반송자 농도에 의하여 결정된다. 유기물은 전기적으로 도핑될 수 없으며, 매우 낮은 원(native) 반송자 농도를 가짐으로써, 보통의 전압에서 터널링을 금지시키는 매우 얕은 장벽을 갖게 된다. 따라서, 통상적인 OLED 내에서의 전하 주입은 주로 금속과 유기물사이의 일함수의 차이에 의하여 규정된다.

무기 반도체는 (전체 장벽 높이가 큰 경우에도)큰 터널링 전류를 허용하는 얕은 장벽을 발생하기 위하여 때때로 고농도로 도핑된다. 실온에서, 도핑되지 않은 무기 반도체라도 유기 화합물보다 높은 진성 반송자 농도를 가지므로, 상대적으로 얕은 장벽의 폭을 갖게 된다. 따라서, 무기 반도체와 금속사이에 OLED 전하 주입이 일어나는 경우에, 통상적인 OLED에 비교하여 현저한 이득이 무기 반도체 물질에 의하여 발생된 반송자 농도에 기인한다.

4) 반도체 무기 합금 성분/반도체 컨택트: 반도체 접합은, 동종(homo)이든 이종(heterojunction)이든 매우 잘 이해되며, 쇼트키 다이오드의 경우와 매우 유사하다. 장벽의 폭은 반송자의 농도에 의하여 결정되는 반면, 장벽의 높이는 계면의 물리적인 특성에 의하여 결정된다. 동종 접합(homojunction)은 양쪽의 페르미(Fermi) 에너지에 있어서의 차이에만 해당하는 작은 높이의 장벽을 갖는다. 양쪽을 유사하게 도핑함으로써, 장벽을 완전히 제거할 수가 있다. 특정 반도체사이의 이종 접합은 한 방향으로 전하가 이동하지 않도록 하여 만들 수 있다. 일반적으로, 양쪽의 반도체를 신중하게 선택하고 그 도핑을 제어함으로써 이러한 형태의 계면이 전하주입에 있어서 매우 효율적일 수 있다.

## 실시예

전술한 내용 및 다른 목적, 특징, 및 장점은 첨부되는 도면을 참조하여 다음의 본 발명의 바람직한 실시예의 상세한 설명으로부터 보다 잘 이해될 것이다.

분리된 발광 소자에 대해 생기는 통상적인 발광 소자의 문제점을 극복하기 위하여, 발광 어레이 및 디스플레이의 응용, 향상된 구조가 도 5, 6a, 7a 및 8a에 도시되어 있고, 신규한 어레이 및 디스플레이가 도 9, 10 및 11에 도시되어 제공된다.

본 발명의 기본적인 원리가 도 5, 6a 및 6b에 따라서 이제 상세하게 기술된다. 본 발명의 개념은 통상적인 유기 전달층(들) 대신에 반송자 전달층(들)으로서 기능하는 유기/무기 합금층을 사용하는 것이다. 필요할 경우, 이러한 유기/무기 합금층은 유기 버퍼층에 의하여 재결합이 일어나는 유기 능동 영역으로부터 분리될 수 있거나, 합금의 무기 성분(들) 농도가 능동 영역의 근처에서 낮은 농도로 낮아지도록 구배(graded)될 수 있다.

도 5에 도시된 본 발명의 제 1 실시예인 2층 발광 소자는, 무기 성분(예를 들어 Ge)을 도입하여 합금되고, ITO 애노드 전극(51)에 인접하여 정공 전달층(HTL)으로서 기능하는 디아민(TAD) 유기층(52)을 포함한다. 유기/무기 합금 정공 전달층(52)의 상부에 알루미늄(Al) 상부 컨택트(54)(캐소드)를 갖는 Alq3 유기 방사층을 형성한다. 이는 하나의 합금된 전달층을 도입함으로써 이미 성능 향상을 나타내는 가장 간단한 소자이다.

유기/무기 합금층(52)은 무기 성분 또는 무기 성분들을 포함하는 유기층이다. 이러한 성분(들)은 능동 영역 또는 (버퍼층이 있을 경우)버퍼층내로의 전하 전달 및 전도가 최적으로 되도록 선택된다. 그 결과, 커다란 장벽 또는 오직 손실없이 컨택트로부터 전달층의 무기 성분내로 주입이 일어난다.

본 발명의 제 2 실시예인 3층 구조의 발광 소자가 도 6a에 도시된다. 이 도면에서 애노드 전극(61)에 인접하여 정공 전달층(HTL)으로서 기능하는 통상의 유기층(62) 및 캐소드 전극(65)에 인접하여 전자 전달층(HTL)으로 작용하는 유기/무기 합금층(64)이 도시된다.

제 1 실시예에 따라서 기술하는 바와 같이, 유기/무기 합금층(64)은 무기 성분 또는 무기 성분들을 포함하는 유기층이다. 전달층(64)의 무기 성분의 일함수는 도 6b에서 얇은 빗금선으로 나타내어 진다.

전극과 전달층사이의 영향을 줄이거나 에너지 장벽을 완전히 제거하기 위하여 적절한 무기 성분을 선택하여 얻어진 유연성(flexibility) 이외에도, 무기 성분(들)은 전압강하와 소자의 가열이 최소화된 상태로 유기/무기 합금층을 통하여 반송자를 전도하도록 돋는다. 각각의 전달층(62 및 64)를 통하는 전하의 전도는 실선의 물결 모양의 화살표에 의하여 나타내어진다.

금속 무기 합금 성분은 일반적인 유기 전달 물질의 이동도와 대략 같은 금속 무기 합금 성분의 낮은 이동도를 보상하는 것 이상의 매우 큰 반송자 밀도에 의하여 구별된다. 한편, 반도체는 금속에 비하여 적당한 반송자 밀도를 갖지만(비록 일반적인 유기 전달층 물질보다 여전히 수십 배 크지만), 훨씬 큰 이동도를 갖는다. 양쪽 모두의 경우에서, 무기 성분의 전도도는 일반적인 유기 전달 물질보다 매우 크다(10<sup>3</sup>~10<sup>15</sup>배). 따라서, 비록 적은 양의 무기 합금 농도일지라도 매우 향상된 전달층의 전도도를 얻게 된다.

전자 및 정공이 유기/무기 합금층으로부터 유기 능동 영역으로 효율적으로 전달되는 것이 더 요구된다. 여기서 합금의 특징은 상기에서 기술한 바와 같이 무기 성분(들)이 산포되는 특징 때문에 전하 전달을 촉진한다는 추가적인 유익한 효과가 있다.

명세서에서 기술되고 청구된 소자의 능동 영역은 하나의 유기 방사층이거나 몇개의 유기 전자 발광층 스택으로 이루어질 수 있다. 능동 영역은 또한 반송자를 가리는 하나 이상의 유기 양자 우물을 포함하거나, 도편트(유기이건 무기이건)가 능동 재결합 영역인 도핑된 유기 재료를 포함할 수 있다. 유기, 전자발광 능동 영역은 또한 능동 영역내의 전자 및/또는 정공을 전기적으로 한정하는데 사용되는 하나 이상의 유기층의 스택을 포함하므로써, 인접한 유기층의 방사를 향상시킬 수 있다.

도 6a 및 6b에 도시된 소자는 다음에서 더욱 자세하게 기술된다. 두께, 유기 또는 무기물의 선택 및 결합과 같은 특징 및 구조 설명은 본 발명의 요점을 벗어나지 않고 변형할 수 있음에 주목하여야 한다. 표 1에 주어진 바에 따르면, HTL(62)는 일반적인 디아민(TAD)을 포함한다. ETL(64)은 주된 유기 물질로써 Alq3 및 무기물로써 알루미늄을 포함한다. ETL(64)과 안정된 알루미늄 캐소드(65)사이에는 전자에 대한 에너지 장벽이 존재하지 않는다. 능동층(EL)(63)은 ETL(64)과 동일한 물질인 Alq3이다.

[표1]

제 2 실시예의 예시적인 세부사항					
층	No.	물질	폭	실시예	무기물 함유량
기판	60	유리	0.1mm~5mm	1mm	
애노드	61	ITO	10~300nm	50nm	
HTL	62	TAD	5~500nm	50nm	0%
방사층	63	Alq3	1~100nm	20nm	
ETL 합금	64	Al/Alq3	2~1000nm	200nm	15%
캐소드	65	Al	10~2000nm	50nm	

본 발명의 유기 발광 소자를 더 향상시키기 위하여, 유기 버퍼층이 능동 영역과 합금 전달층사이에 형성될 수 있다. 이러한 유기 버퍼층(70)이 ETL(71)과 능동 영역(69)사이에 위치하는 것이 도 7a에서의 구조에서 도시된다. 유기 버퍼층(70)은 능동영역(69)에서 합금된 ETL(71)이 반송자의 재결합에 관해 미치는 영향을 감소시킨다. 실험에 의하면, 만약에 무기 물질이 능동 영역에 매우 가깝게 접촉하면, 예를 들면, 매우 얇은 전달층을 갖는 종래의 소자에서, 재결합이 소멸되는 것으로 된다. 본 발명에 따르는 유기 버퍼

층(70)은 전달하는 동안 커다란 오직 손실을 피하거나 전달층과 능동 영역사이의 확산 전달이 일어나기에 충분할 정도로 얇아야 한다. 유기 버퍼층(70)은 또한 전달층으로부터 능동 영역을 고립시키는 목적을 달성하기에 충분할 정도로 두꺼워야 한다. 유기 버퍼층의 실질적인 두께는 중요한 것만 열거하자면, 전달층의 무기 성분(들) 및 주된 유기 물질, 능동 영역(69)의 유기 물질 구조, 그리고 마지막으로 말하는 것이지만 결코 덜 중요하지는 않은 버퍼 물질과 같은 서로 다른 변수에 의존한다. 능동 영역의 성장을 변경하거나, 확산 장벽 또는 능동 영역에 대한 전기적인 한정을 제공함으로써 매우 얇은 유기 버퍼층(70)은 예견된 효과를 이미 많이 향상시킬 수 있었다. 상기 기술한 파라미터에 따라서 1nm 내지 100nm의 범위내의 두께가 합당하다. 능동 영역(69)의 오직 한쪽에만 유기 버퍼층(70)과 같은 것을 제공하는 것 대신에 동일한 유형 또는 다른 유형을 다른 쪽에 제공할 수 있다는 것은 명백하다.

아다치 등에 의하여 ACTA Polytechnica Scandinavica에 개시된 3층 소자 구조에 기초하지만 본 발명에 따르는 제 2 소자가 도 7a 및 7b에 도시된다. 이 실시예는 상기 기술된 바와 같이 들다 합금된 ETL(71) 및 HTL(68)층과 ETL(71)과 방사층(69)사이의 유기 버퍼층(70)을 갖는다. 방사 재결합 효율을 향상시키기 위하여 능동층(69)은 전자 및 정공 모두를 한정한다. 본 발명의 요지내에서, HTL(68)과 방사층(69)사이에 제 2 버퍼층이 추가될 수 있다. 부가적으로, 방사층(69)은 도핑된 유기 물질 또는 당업자에게 알려진 다른 능동층으로 만들 수 있다. 또한, 버퍼층(70)은 ETL(71)에 대해 선택된 유기 물질과는 달리 다양한 유기 물질중 어느 것으로도 될 수 있다. 본 발명의 예에서 유기/무기 HTL 합금(68)(TAD/Ge)은 유리 기판(66)상의 ITO 애노드(67)상에 침착된다. 유기 방사 영역(69)은 트리페닐라민 유도체(NSD)를 포함한다. 육사다이아졸 유도체(NSD)는 유기 버퍼층(70)과 AI/PBD ETL 합금(71)의 유기 성분으로써 모두 사용된다. AI 캐소드(72)는 ETL 합금(71)의 알루미늄내로 무장벽 주입을 제공한다.

[표2]

제 3 실시예의 예시적인 세부 사항					
층	No.	물질	폭	실시예	무기물 함유량
기판	66	유리	0.1mm~5mm	2mm	
애노드	67	ITO	10~300nm	70nm	
HTL 합금	68	Ge/TAD	2~1000nm	175nm	25%
방사층	69	NSD	1~100nm	25nm	
버퍼	70	PBD	1~100nm	10nm	
ETL 합금	71	AI/PBD	2~1000nm	200nm	10%
캐소드	72	AI	10~2000nm	60nm	

본 발명의 제 4 실시예가 도 8a 및 도 8b에 도시된다. 이러한 소자는 방사층(77)을 제외한 구조의 전체에 걸쳐서 유기 매트릭스 물질이 균일하게 있다는 점에 의하여 구별된다. 개별적인 소자의 기능이 각각의 영역내의 첨가제의 선택에 의하여 최적화되며, 안정성, 큰 밴드갭(bandgap), 전자 발광 도판트(dopant) 불순물과의 친화성 및 첨가제에 대한 작은 확산계수에 대해 유기 매트릭스 물질을 선택할 수 있다는데 이점이 있다. 뛰어난 매트릭스 물질은 3, 4, 7, 8 나프탈렌트리카복실산 이무수물(naphthalenetetracarboxylic dianhydride : NTCDA)이며, 이러한 이유는 NTCDA가 결정으로 만들어질 때 매우 안정적이며, 쏘(Se et al.) 등에 의하여 이미 그들의 논문에 언급한 바와같이, 유기 휘도와 친화적이라고 알려진 확산 방지의 넓은 밴드 갭을 갖는 유기 매트릭스(wide bandgap organic matrix)를 만들 수 있기 때문이다. 적합한 방사층(77)은 전자와 정공 모두를 가둘 수 있는 NTCDA내 양자 우물을 형성하는 3, 4, 9, 10 페릴렌테트라카복실산 이무수물(perylenetetracarboxylic dianhydride : PTCDA)을 포함한다. 본 발명의 요지를 밟아나지 않는 범위내에서, PTCDA를 도핑함으로써 휘도 효율을 향상시키거나 방사 파장을 변경할 수 있다. 마찬가지로, 만약 도판트가 방사층내에서 반송자 구속의 걸림을 극복하기에 충분하다면, 도핑된 NTCDA를 방사층으로서 사용함으로써 단일 유기 매트릭스 스루풋(throughput)을 실현할 수 있다. 본 실시예에서, 유기/무기 HTL 합금(75)(NTCDA/Au)은 유리 기판(73)상의 ITO 애노드(74)상에 침착된다. NTCDA 버퍼층(76, 78)은 한쪽에서 큐마린(Coumarine) 540이 도핑된 PTCDA 방사 영역(77)을 HTL(75)로부터 분리하고, 다른 한쪽에서 NTCDA/AI 합금 ETL(79)를 분리한다. AI 캐소드(80)는 ETL 합금(79)의 AI안으로 장벽없는 주입을 제공한다.

[표3]

제 4 실시예의 예시적인 세부 사항					
층	No.	물질	폭	실시예	무기물 함유량
기판	73	유리	0.1mm~5mm	1mm	
애노드	74	ITO	10~300nm	30nm	
HTL 합금	75	Au/NTCDA	2~1000nm	180nm	10%
버퍼	76	NTCDA	1~100nm	5nm	
방사층	77	큐마린으로 도핑된 PTCDA	1~100nm	20nm	
버퍼	78	NTCDA	1~100nm	10nm	
ETL 합금	79	AI/NTCDA	2~1000nm	200nm	15%
캐소드	80	AI	10~2000nm	30nm	

도 6a, 7a 및 8a의 구조에서, 빛은 능동 영역으로부터, 또는 좀 더 정확하게는 방사층(HTL)에서부터 HTL, 투명한 ITO 애노드 및 유리 기판을 통하여 기판 평면 아래의 반 공간(half space)으로 방사된다. 이러한 이유 때문에 광로내에 있는 모든 층과 컨택트는 소자에 의하여 방사되는 파장 범위내에서 강하게 흡수하지 않을 것이 중요하다. 이는 상기 기술된 세 개의 실시예에서와 같이 적당한 무기 능도 및 두께로 합금을 제한함으로써 얻어진다. 반도체는 금속에 비해 덜 효율적으로 전하를 전달하며, 유사한 성능을 얻기 위해서는 일반적으로 보다 높은 합금 함유량을 필요로 한다. 반도체가 금속보다 빛을 훨씬 약하게 흡수하기 때문에, 더 높은 합금 함유량이 바람직하다.

하부 컨택트 혹은 기판이 불투명하거나 반사성일 경우에는, 빛을 두 컨택트 모두 혹은 상부 컨택트만을 통해서 빛을 방사하는 것이 바람직할 경우가 자주 있다. 본 발명은 유기/무기 합금 전달층 바로 아래에 상부 컨택트로써, 도핑되거나 도핑되지 않은 반도체를 사용함으로써 이러한 기능을 가능하도록 한다. 상기에 기술한 바에 따르면, 반도체는 금속에 비하여 훨씬 약하게 빛을 흡수하며, 따라서 효율면에서의 손실없이도 두꺼운 반도체 상부 컨택트를 설계할 수 있다. 두꺼운 반도체 상부 컨택트를 사용할 수 있게 되면, ITO와 같은 투명한 금속으로 전체 구조를 안전하게 씌워서 측방향 저항을 최소화할 수 있다는 장점이 있다. 현재의 산소 화학 물질뿐 아니라 일반적으로 사용되는 플라즈마 침착 공정의 파괴적인 특성 때문에 OLED상에 ITO를 직접적으로 침착하는 것은 불가능하다.

다음으로, 본 발명에 기초하여 구현되는 몇몇의 디스플레이 실시예가 개시된다.

OLED를 Si 기판위에 접적할 수 있다면, OLED 침착 이전에 이 기판이 능동 매트릭스, 드라이버, 메모리등과 같은 능동 Si 소자들을 포함하도록 제조할 수 있기 때문에, 매우 유리할 것이다. 이러한 구조는 실리콘 내에서 구현된, 높은 분해능과 성능을 갖는 매우 값싸고 작은 면적의 유기 디스플레이가 될 수 있다. OLED, OLED 어레이 또는 OLED 디스플레이의 실리콘 소자를 갖는 실리콘 기판상에 직접적으로 형성하거나 독립적으로 가공하여 후에 실리콘 기판상에 올릴수 있다. 전통적인 실리콘 금속화물(metalization)은 그들의 안정성을 위하여 선택됨으로써 통상적인 OLED 내의 양호한 전하 주입물이 되지 않는다는 문제점이 있다. 전통적인 OLED 캐소드 금속은 실리콘 공정 또는 대기에서 안정적이지 못하다. 다른 문제점은 실리콘이 투명하지 못하기 때문에 투명한 상부 컨택트가 필요하다는 것이다. 본 발명은 이러한 문제점을 해결하기 위한 해법을 제안한다. 개시된 유기/무기 합금 전자 전달층은 전자를 주입하기 위한 안정된 캐소드 금속이 될 수 있으므로, 실리콘 공정이 OLED와 친화력이 있게 된다. 유기/무기 합금 HTL은 기계적인 플라즈마 손상 및 해로운 산소 화학 물질 때문에 OLED상에 스퍼터링이 가능하지 않은 애노드가 위로 올라간 형태에서의 ITO 보다 좀더 좋은 애노드를 선택할 수 있다. 합금된 HTL은 ITO 또는 다른 투명한 도전체가 침착될 수 있는 좀더 두꺼운 반도체 컨택트를 선택할 수 있는 여지를 제공한다. 본 발명은 또한 비활성, 반투명 박막 Au층이 장벽에 해로운 영향을 끼치지 않고 HTL안으로 주입되는 것을 가능하게 한다.

실리콘 기판상에 형성된 유기 어레이 또는 디스플레이 구조는 도 9에 도시되고 이어서 기술된다. 이러한 디스플레이의 메모리 셀, 구동기(driver), 커퍼시터, 트랜지스터(이러한 소자는 도시되지 않음) 등과 같은 능동 및/또는 수동소자를 포함하는 회로가 접적된 실리콘 기판(90)을 포함한다. 실리콘 접적 회로의 상부에는 안정적인 캐소드 금속(91)이 패터닝되어, 실리콘 소자를 OLED에 접속 시킨다. 애노드가 위로 올라간 형태인 유기/무기 합금 ETL로 시작하여 OLED가 패터닝된 캐소드(91)과 실리콘 기판(90)상에 침착된다. OLED(92)는 또한 유기/무기 합금 HTL 및 거의 투명한 반도체 애노드(93)를 갖는다. 마지막으로, 두꺼운 ITO 캡(94)이 제공된다. OLED(s)의 세부 내용은 단순히 하기 위해 기술하지 않았다.

캐소드가 위로 올라간 OLED를 갖는 다른 실시예의 어레이 또는 디스플레이가 도 10에 도시되어 있다. 도 10에서, 실리콘 기판(95)의 위에 있는 OLED(97)가 개략적으로 도시되어 있다. 패터닝된 ITO(100)는 실리콘 공정과 전적으로 친화됨으로써 애노드(96)가 반드시 본 발명을 따를 필요는 없다. 캐소드가 위로 올라간 OLED에 있어서의 문제점은 투명하고 신뢰성이 있는 캐소드(98)가 필요하다는 것이다. 일반적으로, 양호한 전자 주입물은 안정적이지 못하고, 투명한 금속 침착동안 또는 후에 대기중에서 또는 반응 중에 열화하게 된다. 유기/무기 합금 ETL(OLED를 형성하는 층의 스택 중의 하나로써 참조번호 (97)로 나타내어짐)은 캐소드(98)가 안정성, 투명성 또는 OLED(97)과 연속되는 층사이의 반투명 장벽 및/또는 공정 또는 주변 환경의 특성에 대하여 단순하게 선택할 수 있게 한다.

예를 들면, ITO 애노드(96, 100)가 그 위에 패터닝된 AI 금속화된 실리콘 칩(95)이 OLED 어레이 혹은 디스플레이(97)에 대하여 기판으로서 기능할 수 있다. 이러한 OLED중의 하나는(하부에서 상부까지), 안정된 애노드층, 예를 들면 ITO(100), 선택적인 유기/무기 합금 HTL, 유기물이 도핑되거나 도핑되지 않은 능동 영역, 유기/무기 합금 ETL, 박막 형태로 안정된 반투명 금속 중간층 캐소드(98) 및 투명한 금속 또는 반도체 캡 금속화물(99)을 포함한다.

도 11에 도시된 다른 가능한 디스플레이 실시예가 이하에서 기술된다. 이 디스플레이의 투명한 기판(102)을 포함하며, 투명한 기판상에는 능동 매트릭스 액정 디스플레이를 만들기 위하여 사용된 방법과 동일한 방법을 이용하여 비정질 실리콘 또는 폴리-실리콘 구조가 형성된다. 박막-트랜지스터(102)(TFTs) 및 다른 소자를 제공하고 능동 매트릭스를 제공하기 위하여, 일반적으로 실리콘 이 구축된다. 형성된 실리콘 소자(102, 102)는 특정한 층(104)에 의하여 덮여지거나 평탄화된다. 만약에 OLED가 백색광을 방사할 경우, 부가적으로 색 필터(102)가 제공될 수 있다. 실리콘 소자는 예로써 상부에 OLED(105)가 침착될 수 있는 구축된 ITO 컨택트 금속화물(103)을 포함한다. 이러한 접근 방안의 이점은 이미 확립된 능동 매트릭스 액정 디스플레이(AMLCD) 기술이 OLED와 함께 사용되어, 경제적이고 넓은 영역에 걸쳐 고성능인 AM 디스플레이가 구현될 수 있다는 점이다. 더욱이, 요령있게 설계함으로써 빛이 유리 기판을 통하여 방사될 수 있게 되므로 투명한 상부 컨택트가 필요없게 된다.

버퍼층과 구별되는 특별한 확산 장벽층이 HTL 또는 ETL과 능동 영역사이에 위치하도록하여 유기/무기 합금으로부터 재결합 영역으로의 무기 성분의 확산을 보다 향상시킴으로써, 앞서 기술한 구조를 더욱 향상시킬 수 있다. 즉, 이를 계면들 간의 분자의 교차(cross) 확산을 더 줄이기를 원한다면, 이러한 확산 장벽을 HTL 및 유기 버퍼층사이에, 또는 유기 버퍼층 및 능동 영역사이에 삽입될 수 있다. 전자가 주입되는 쪽에서도 마찬가지로 할 수 있다. 특히, 확산 장벽은 순수한 무기, 순수한 유기, 또는 유기/무기 합금

층으로 만들 수 있다. 계면을 가로질러 능동 영역으로 물질이 확산되는 것을 억제하도록 선택할 수도 있다. 이는 또한 전자 발광과 반드시 친화적이어야 한다.

사용될 수 있는 여러가지 유기 물질의 예는 다음과 같다. Alq3로 알려진 Alq는 Znq2, Beq2, Mgq2, ZnMg2, BeMg2 및 AlPrq3 등의 다른 8-하이드로씨퀴놀린 금속 친화합물(complexes)에 의하여 대신할 수 있다. 이러한 물질은 ETL 또는 방사층으로 사용할 수 있다. ETL로 사용할 수 있는 다른 물질은, 시아노-치환 폴리머, 디데실 섹시티오펜(DPS6T), 비스-트리이소프로필실릴 섹시티오펜(2D6T), 아조메틴-아연 친화합물, 피라진(e.g. BNVP), 스티릴안트라센 유도체(e.g. BSA-1, BSA-2), 1, 2-, 4-트리아졸 유도체(TAZ) 등이 있다.

방사층으로 사용하기에 적합한 물질로는, 안트라센, 피리딘 유도체(예를 들면, ATP), 아조메틴-아연 친화합물, 피라진(예를 들면, BNVP), 스티릴안트라센 유도체(예를 들면, BSA-1, BSA-2), 크로넨(도판트로서도 적합함), 큐마린(도판트로서도 적합함), DCM 친화합물(DCM1, DCM2, 이들은 도판트로서도 적합함), 디스티릴 아릴렌 유도체(DSA), 알킬-치환된 디스티릴벤젠 유도체(DSB), 벤즈이미다졸 유도체(예를 들면, NBI), 나프토스티릴아민 유도체(예를 들면, NSD), 옥사디아졸 유도체(예를 들면, OXD, OXD-1, OXD-7), N, N, N', N'-테트라카복실산 이무수물(PTCDA)(또한 질연체로도 적합함), 테트라 페닐디아미노디페닐(TPD-1, TPD-2 또는 TAD), 폴리(2-메틸로피페리는 유도체(PP), 스쿠아릴룸 염료(Sq), 1, 1, 4, 4-테트라페닐-1, 3-부타디인(TPBD), 폴리(2-메톡실, 5-(2'-에틸-헥속시)-1, 4-페닐렌-비닐렌(MEH-PPV), 섹시티오펜(6T), 폴리(2, 4-비스(콜레스타녹실)-1, 4-페닐렌-비닐렌(BCHA-PPV), 폴리티오펜, 폴리(p-페닐렌비닐렌)(PPV) 등이 있다.

HTL로써 적합한 물질은, 구리(II) 프탈로시아닌(CuPc), 디스티릴 아릴렌 유도체(DSA), 나프탈렌, 나프토스티릴아민 유도체(예를 들면, NSD), 퀴나크리돈(QA; 도판트로써도 적합함), 폴리(3-메틸티오펜 군(P3MT), 페릴렌, 폴리티오펜(PT), 3, 4, 9, 10-페닐렌 테트라카복실산 이무수물(PTCDA)(또한 질연체로도 적합함), 테트라 페닐디아미노디페닐(TPD-1, TPD-2 또는 TAD), 폴리(2-메톡실, 5-(2'-메틸-헥속시)-1, 4-페닐렌-비닐렌(MEH-PPV), 폴리(9-비닐카르바졸)(PVK) 등이 있다.

본 발명의 OLED 실시예에 대한 매트릭스로 적합한 물질은 나프탈렌 1, 4, 5, 8-테트라카복실-1, 8, 4, 5-이무수물이다.

양호한 광 에미터로 사용할 수 있는 물질로 알려진 물질은 많이 있으며, 앞으로도 많이 발견될 것이다. 이러한 물질은 본 발명에 따른 발광 구조를 제조하기 위하여 물론 사용될 수 있다. 이러한 물질의 예는 본 명세서의 도입부에 인용된 논문에도 주어진다. 이러한 논문의 내용은 본 발명의 참증으로 인용된다.

모노머릭(monomeric) 소자는 통상적으로 진공증착에 의하여 만들어진다. 이는 층의 두께, 뛰어난 균일성 및 둘 또는 둘 이상의 물질을 동시에 증착하여 재현 가능한 합금이 가능하도록 하기 때문에 이는 합금과 매우 친화력이 좋다. 이는 또한 소자를 형성하기 위하여 매우 청정한 환경이 제공되어야 하며 고순도의 소스 물질을 유지하는 것이 가능해야 한다. 증착은 종(Bell-jar)형태의 용기 내에서 저항과 소스의 전자-빔 가열을 독립적으로 제어하면서 수행될 수 있다.

본 발명에 따르면, 유기 정공 및/또는 전자 전달층내로 삽입된 무기 성분은 금속 또는 단일 원소의 반도체이거나 화합물 반도체중에 어떠한 것이다. 전기적인 특성을 변경하거나 향상시키기 위하여 단일 원소의 반도체 또는 화합물 반도체가 의도적으로 도핑될 수 있다. 특별히 적합한 물질로는, 알루미늄(Al), 금(Au), 백금(Pt), 은(Ag), 베릴룸(Be), 니켈(Ni), 인듐(Ind), 갈륨(Ga), 비소(As), 안티몬(Sb), 주석(Sn), 셀렌(Se), 카드뮴(Cd), 텔루브(Te), 수은(Hg) 또는 이들의 합금이 있다. 또 다른 적합한 물질은 게르마늄(Ge), 실리콘(Si), InAs, InN, InP, GaAs, GaN, GaP, AlAs, ZnTe, MgTe, ZnSe, C, CdTe, HgTe 또는 이들의 합금이 있다.

올리고머릭(oligomeric) 및 폴리머릭(polymeric) 유기물은 기판에서 가열 또는 플라즈마 여기(excitation)에 의한 이들의 모노머릭 성분을 증착하여 침착할 수 있다. 따라서, 이러한 것을 동시에 침착하여 합금하는 것이 가능하고, 이들은 모노머릭 화합물과 완전히 친화하게 된다.

일반적으로, 폴리머를 갖는 소자는 용제내에 폴리머를 녹이고 스판코팅 또는 블레이드에 의하여 기판상에 뿌려서 만든다. 이러한 경우에, 무기물은 반드시 용제내에 혼탁(suspend)되거나 녹아야 한다. 기판을 코팅한 후, 용제는 열에 의하여 용해된다. 각각의 층에 대하여 용제 가열 주기가 반드시 달라야 하는 것은 물론 새로운 용제는 이미 침착된 층을 다시 녹이지 말아야 하기 때문에, 이러한 방법은 명세서에 기술한 것과 같은 다층 구조의 개발에 있어서는 유망하지 않다. 사용하는데 더욱 흥미있는 것은 상부에 모노머릭층이 증착되는 (합금을 구비하는 것도 가능한) 폴리머/무기 전달층을 제조할 가능성이다. 만약에 전공에 들어가기 전에 폴리머가 비활성 대기에서 처리되면, 소자를 제작하기 위하여 충분히 청정도를 유지하여야 한다. 도 5 내지 8a에서 도시된 구조는 넓은 영역에서 발광하는 다이오드이라는 것에 대해서만 언급했다. 하지만, 예를 들어 메사(mesa) 구조와 같은 다른 어떠한 구조의 발광 다이오드도 또한 적합하다. 본 발명에서는 발광 다이오드 구조의 내에 특정한 층의 향상에만 초점을 맞추고 다이오드내에 부가적인 층을 제공하였으나, 본 발명은 어떠한 종류의 유기 발광 소자에서도 사용될 수 있다.

## (57) 청구의 범위

### 청구항 1

- ① 유기, 전자 발광 능동 영역(53)과,
- ② 전극(51)으로부터 상기 능동 영역(53)으로 전하를 전달하기 위한 하나 이상의 유기 전하 전달층(52)을 갖는 발광 소자(light emitting device)에 있어서,

상기 유기 전하 전달층(52)이 전하 전달을 향상시키기 위해 유기/무기 합금 물질을 형성하기 위하여 삽입된 무기 성분을 포함하는

것을 특징으로 하는 발광 소자.

## 청구항2

제 1 항에 있어서,

상기 무기 성분을 포함하는 상기 유기 전하 전달층(64)이 캐소드로 작용하는 상기 전극(65)으로부터 상기 능동 영역(63)으로 전자를 전달하기 위한 전자 전달층으로 작용하는 발광 소자.

## 청구항3

제 1 항에 있어서,

상기 무기 성분을 포함하는 상기 유기 전하 전달층(52)이 애노드로 작용하는 상기 전극(51)으로부터 상기 능동 영역(53)으로 정공을 전달하기 위한 정공 전달층으로 작용하는 발광 소자.

## 청구항4

상기 제 1 항에 있어서,

- ① 상기 무기 성분을 포함하며 캐소드로 작용하는 상기 전극(72)으로부터 상기 능동 영역(70)으로 전자를 전달하기 위한 전자 전달층으로 작용하는 유기 전하 전달층(71)과,
- ② 상기 무기 성분을 포함하며 애노드로 작용하는 상기 전극(67)으로부터 상기 능동 영역(70)으로 정공을 전달하기 위한 정공 전달층으로 작용하는 유기 전하 전달층(68)을 포함하는 발광 소자.

## 청구항5

제 1 항에 있어서,

상기 무기 성분이 금속이거나 단일 원소의 반도체이거나 또는 화합물 반도체층의 하나이며, 상기 단일 원소의 반도체 또는 화합물 반도체는 이들의 전기적인 특성을 변경하거나 향상시키기 위하여 고의적으로 도핑된 발광 소자.

## 청구항6

제 5 항에 있어서,

유기/무기 합금 물질을 형성하기 위하여 삽입된 상기 무기 성분은 전하 전달층이 단순한 유기 전하 전달층에 비하여 감소된 저항을 얻도록 선택되는 발광 소자.

## 청구항7

제 5 항에 있어서,

유기/무기 합금 물질을 형성하기 위하여 삽입된 상기 무기 성분은 상기 무기 성분이 상기 전극으로부터 상기 유기/무기 합금 물질 내로 전하를 주입하기 위한 일차 채널을 제공하도록 선택되는 발광 소자.

## 청구항8

제 5 항에 있어서,

상기 유기/무기 합금 물질을 형성하기 위하여 삽입된 상기 무기 성분은 무기 성분이, 상기 유기 전하 전달층의 유기 host 매트릭스 내의 분산된 성분(nature) 때문에, 상기 유기/무기 합금 물질로부터 상기 능동 영역의 유기 물질로 전하 전달이 향상되도록 선택된 발광 소자.

## 청구항9

제 1 또는 5 항에 있어서,

상기 유기/무기 합금 전달층(71)과 상기 능동 영역(69)사이에 박막 유기 버퍼층(70)을 더 포함하는 발광 소자—상기 능동 영역(69)의 방사층의 상기 유기 전하 전달층(71)내의 상기 무기 성분에 의하여 소멸(quenching)을 억압하거나 줄이는 목적을 갖는다—.

## 청구항10

제 9 항에 있어서,

상기 능동 영역(77)의 양측면상에 박막 유기 버퍼층(78, 76)을 포함하는 발광 소자.

## 청구항11

제 1 또는 5 항에 있어서,

상기 능동 영역이

- ① 하나 이상의 전자 발광 유기 방사층(EL)의 스택이나,
- ② 전자 발광을 두드러지게 하거나 향상시키기 위하여 하나 이상의 도판트, 유기물 또는 무기물을 첨가한 유기 화합물이나,
- ③ 하나 이상의 전자 발광 유기 방사층의 스택—특정한 전자 발광 유기 방사층의 전자 발광을 두드러지게 하거나 향상하기 위하여 무엇인가 첨가될수 있다—이나,
- ④ 하나 이상의 유기층의 스택—상기 유기층의 하나 또는 그 이상의 역할은 인접한 유기층의 방사를 향상하기 위하여 하나 또는 그 이상의 반송자 형태를 전기적으로 한정하는 것이다—중의 하나를 포함하는 발광 소자.

#### 청구항12

제 1 또는 5 항에 있어서,

유기/무기 합금 물질을 형성하기 위하여 삽입된 상기 무기 성분의 농도가 구배되어 상기 능동 영역으로부터의 거리에 따라서 상기 농도가 감소 또는 증가하는 발광 소자.

#### 청구항13

제 1 또는 5 항에 있어서,

상기 전극이

- ① 상기 유기/무기 합금 금속, 금속으로 만들어진 상기 무기 성분과 직접적으로 결합하기 위한 금속 컨택트이던지,
- ② 상기 유기/무기 합금 금속, 금속으로 만들어진 상기 무기 성분과 직접적으로 결합하기 위한 반도체 컨택트이던지,
- ③ 상기 유기/무기 합금 금속, 반도체로 만들어진 상기 무기 성분과 직접적으로 결합하기 위한 반도체 컨택트이던지,
- ④ 상기 유기/무기 합금 금속, 반도체로 만들어진 상기 무기 성분과 직접적으로 결합하기 위한 금속 컨택트인 발광 소자.

#### 청구항14

선행하는 항중의 어느 한 항에 있어서,

상기 소자의 전체에 걸친 단일 유기 매트릭스, 상기 전달층내의 무기 성분에 의하여 구별되는 상기 소자의 분리된 층 및 상기 능동 영역내의 유기 또는 무기 전자 발광 도판트를 갖는 발광 소자.

#### 청구항15

제 1 내지 13 항중의 어느 한 항에 있어서,

상기 능동 영역의 일부분인 상기 유기 방사층을 제외한 상기 소자의 전체에 걸쳐서 제공된 단일 유기 매트릭스—상기 능동 영역의 상기 유기 방사층이 상기 유기 방사층의 방사 특성에 따라서 선택되며, 상기 둘러싼 소자내의 유기 매트릭스와 협력하여 도판트와 결합되는 것이 바람직하다—를 갖는 발광 소자.

#### 청구항16

선행하는 항중의 어느 한 항에 있어서,

상부 컨택트로 작용하는 상기 전극을 통하여 상기 기판상의 half space내로 광을 방출하기 위하여 구축—상기 각각의 전극은 투명 또는 반투명 금속 또는 반도체를 포함한다—된 발광 소자.

#### 청구항17

선행하는 항중의 어느 한 항에 있어서,

상기 발광 소자가 공통 기판(90, 95, 108)상에 침착 또는 가볍게 올려진(flipped) 발광 소자(92, 97, 105)를 하나 이상 포함하는 유기 발광 어레이 또는 디스플레이.

#### 청구항18

제 17 항에 있어서,

상기 공통 기판이 소자 및/또는 회로 및/또는 전기적 결합(connection)을 포함하는 결정 실리콘 기판인 발광 소자.

#### 청구항19

제 18 항에 있어서,

상기 상기 소자 및/또는 회로 및/또는 전기적 결합이 적어도 하나 이상의 상기 발광 소자를 제어하거나 구동하기 위하여 고안된 발광 소자.

#### 청구항20

제 18 항에 있어서,

상기 발광 소자는 상기 실리콘 기판상에 먼저 캐소드가 증착되고, 여기서

- ① 상기 발광 소자의 상기 유기/무기 합금 전자 전달층내로 전자를 효과적으로 주입하는 안정된 실리콘 금속화 공정 및/또는
- ② 상기 발광 소자의 상부상에 형성된 투명 또는 반투명한 상부 애노드가 상기 발광 소자에 의하여 방사된 광이 상기 실리콘 기판 평면위의 half space로 방사되도록 배열된 발광 소자.

#### 청구항21

제 18 항에 있어서,

상기 발광 소자는 상기 실리콘 기판상에 먼저 애노드가 증착되고, 여기서

- ① 부가적으로 팬던된 인듐-탄-옥사이드(ITO)가 있던지 없던지, 상기 발광 소자내로 정공을 효과적으로 주입—유기/무기 합금 정공 전달층의 도음을 받는 것이 바람직하다—하는 안정된 실리콘 금속화 공정과,
- ② 상기 발광 소자의 상부상에 형성된 투명 또는 반투명한 상부 캐소드가 상기 발광 소자에 의하여 방사된 광이 상기 실리콘 기판 평면위의 half space로 방사되도록 배열된 발광 소자.

#### 청구항22

제 17 항에 있어서,

상기 발광 소자는 상기 공통 기판상에 먼저 캐소드가 증착—상기 공통 기판이 유리 기판인 것이 바람직하며 상기 발광 소자는 상기 발광 소자에 의하여 방사된 광이 상기 실리콘 기판 평면위의 half space로 방사되도록 배열된다—된 발광 소자.

#### 청구항23

제 22 항에 있어서,

상기 기판 및 상기 전체 어레이 또는 디스플레이가 유연성(flexible)이 있는 발광 소자.

#### 청구항24

유기 전자 발광 능동 영역, 전극으로부터 상기 능동 영역으로 전하를 전달하기 위한 적어도 하나 이상의 유기 전하 전달층을 갖는 발광 소자의 제조 방법으로써,

상기 방법은

전하 전달을 향상하기 위하여 유기/무기 합금 물질을 형성하기 위하여 상기 유기 전하 전달층내로 무기 성분을 삽입하기 위한 단계를 포함하는 발광 소자 제조방법.

#### 청구항25

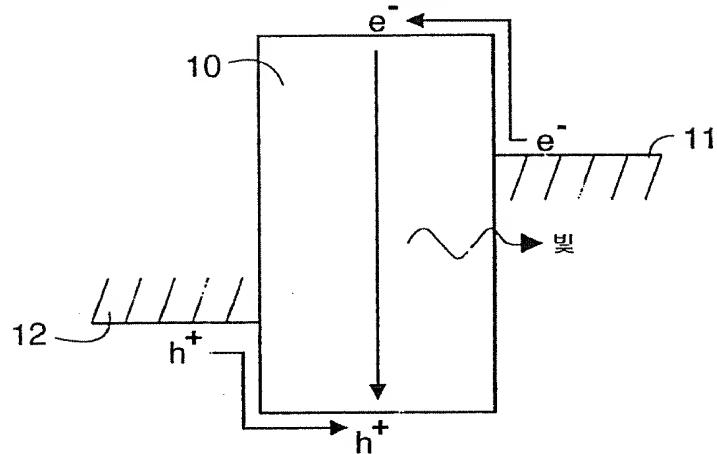
제 24 항에 있어서,

상기 무기 성분이 상기 유기 매트릭스의 전체적인 성질을 방해하지 않고 상기 유기 전하 전달층의 상기 유기 매트릭스내에 분산되도록 상기 단계가 수행되는 발광 소자.

### 도면

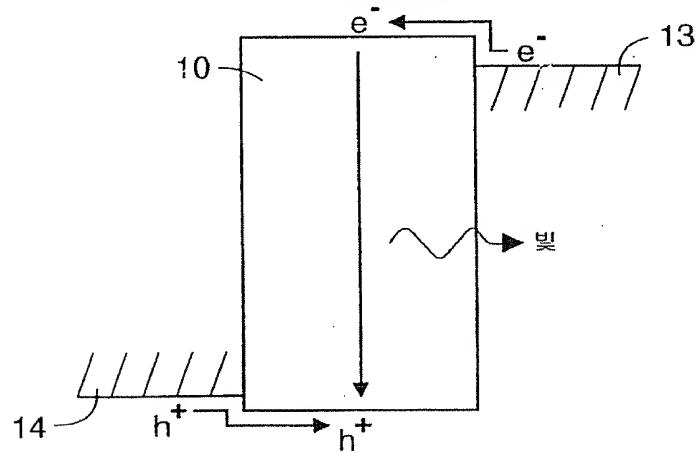
#### 도면1a

(종래기술)



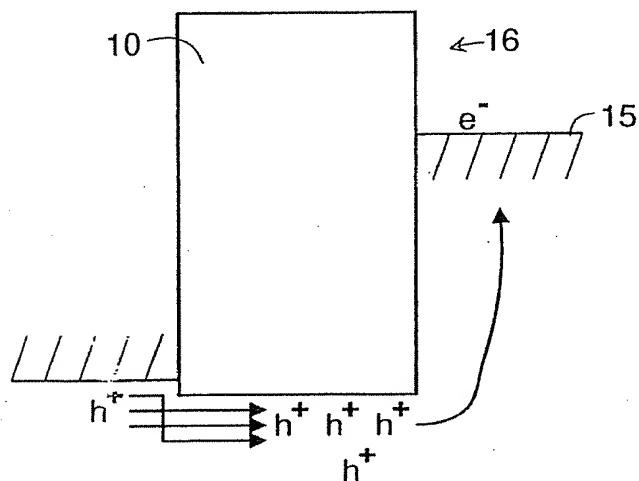
도면 1b

(종래기술)



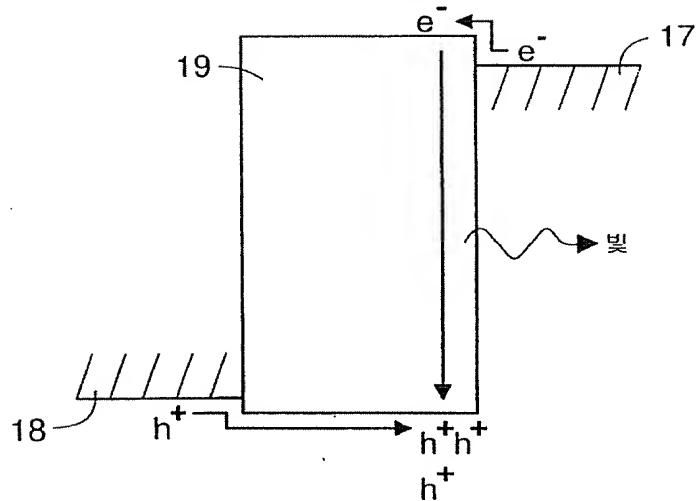
도면 2a

(종래기술)



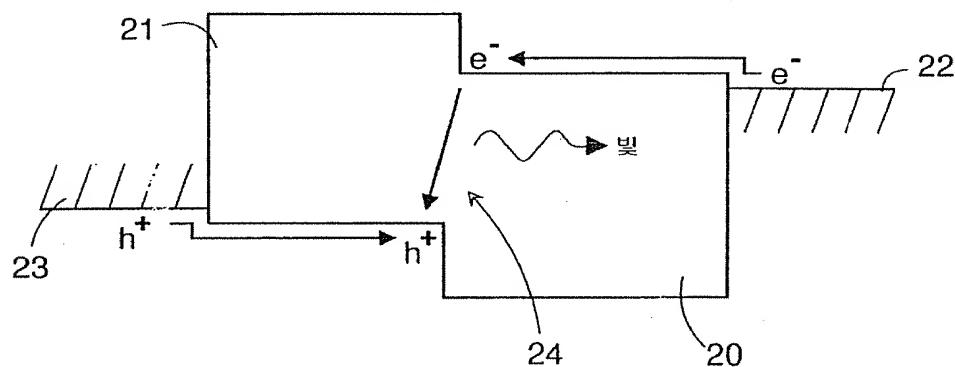
도면 2b

(종래기술)



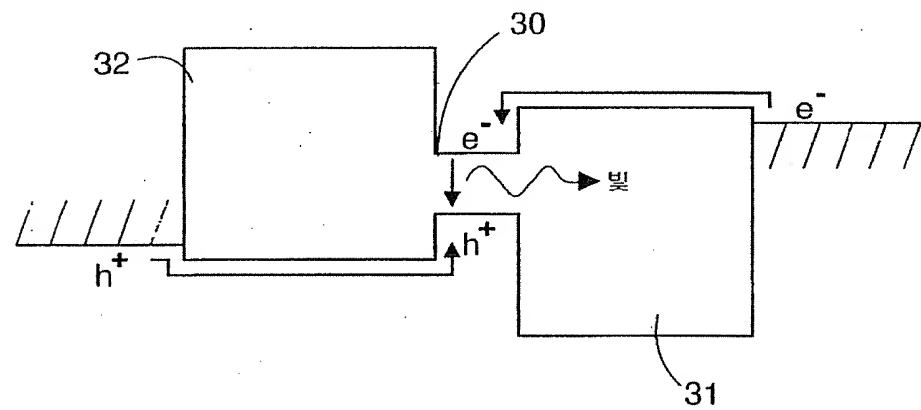
도면3a

(종래기술)

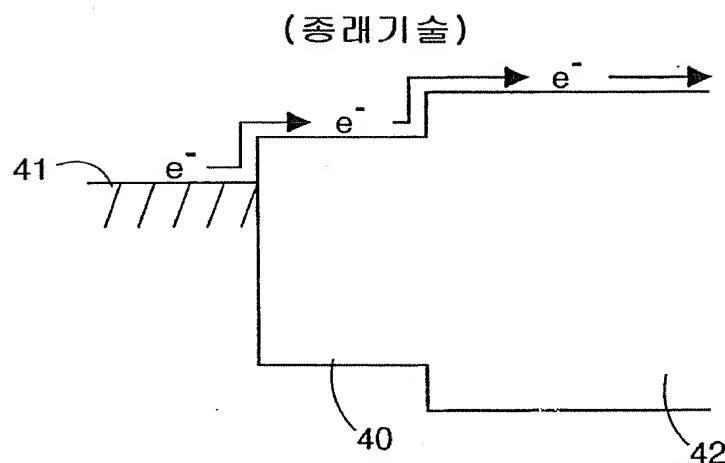


도면3b

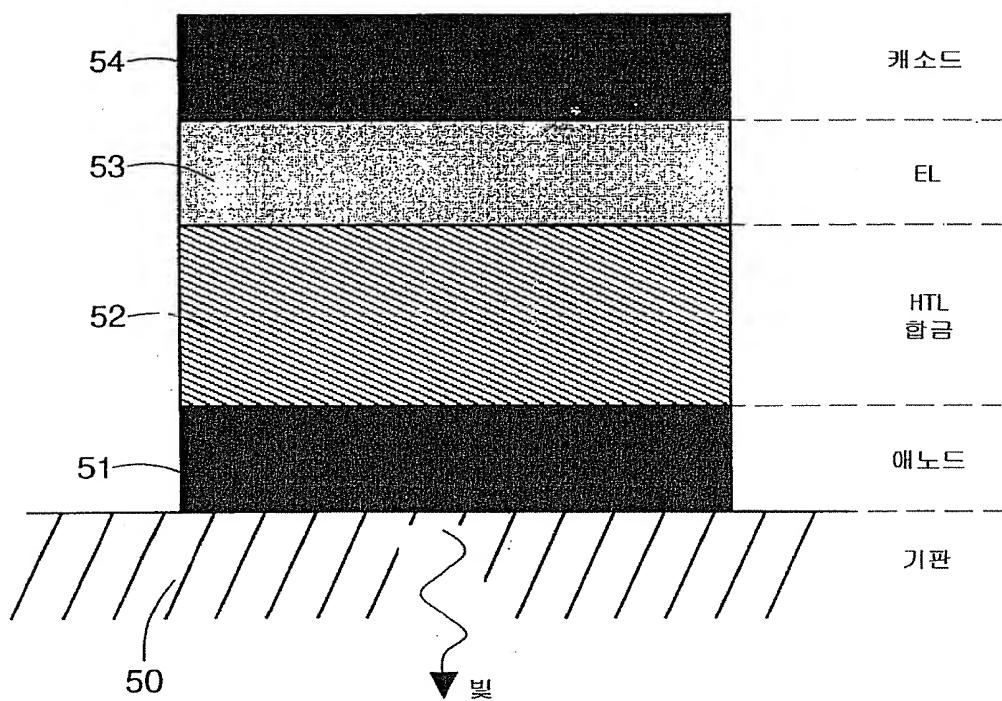
(종래기술)



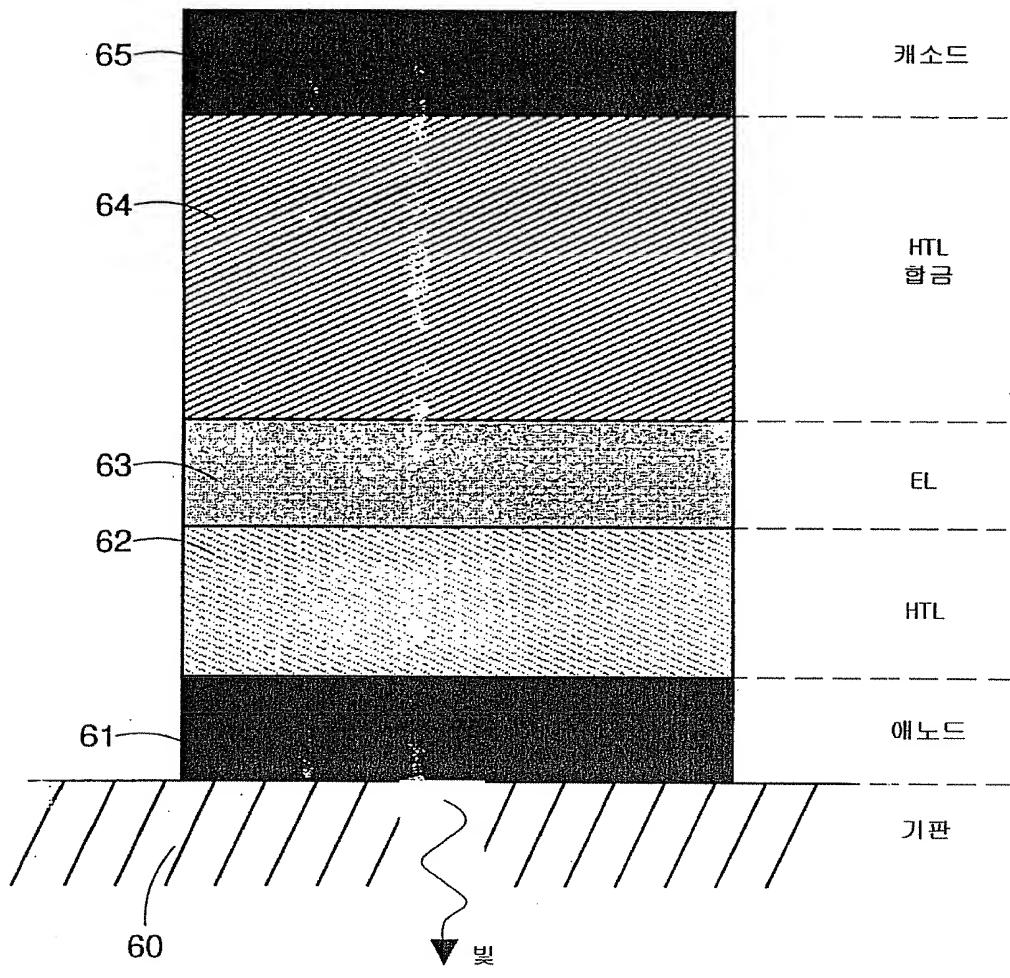
도면4



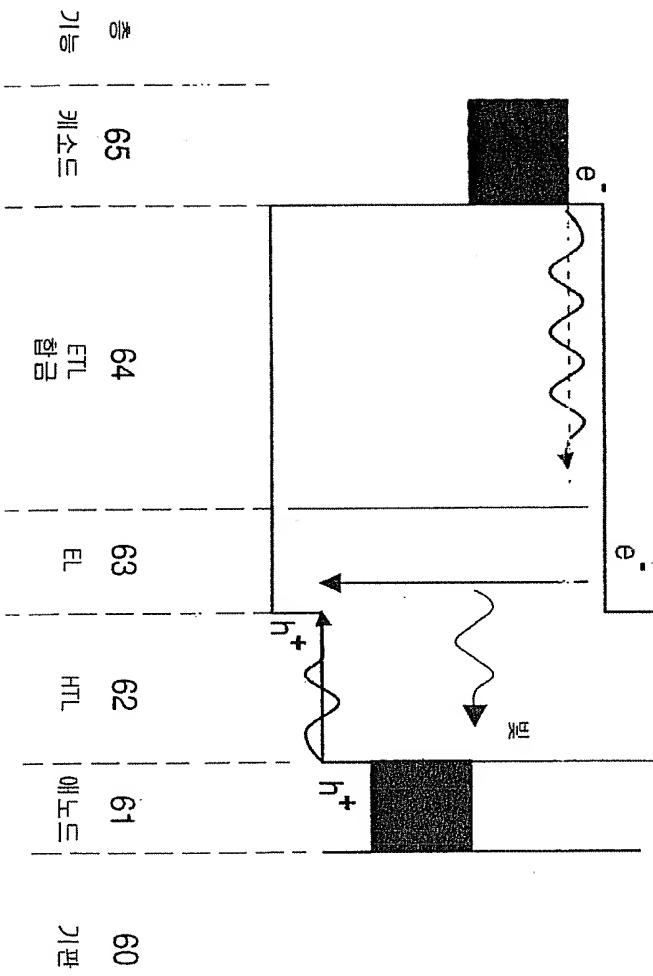
도면5



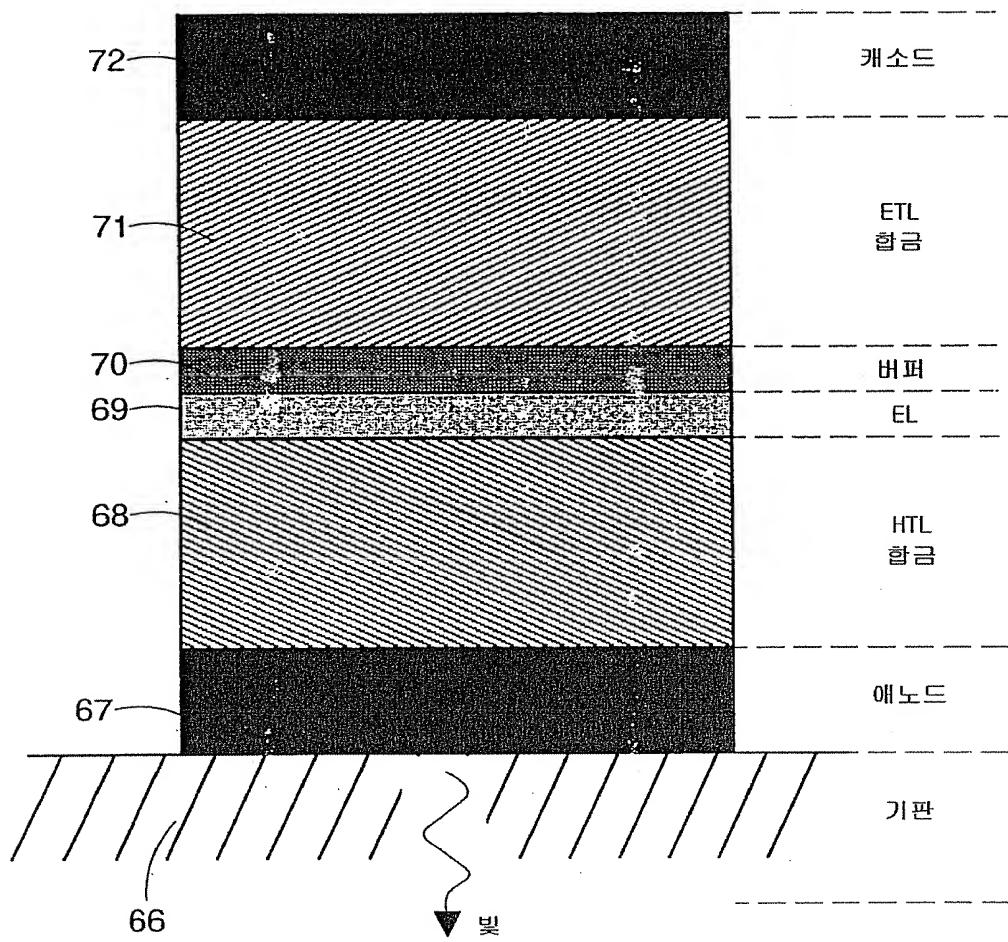
도면6a



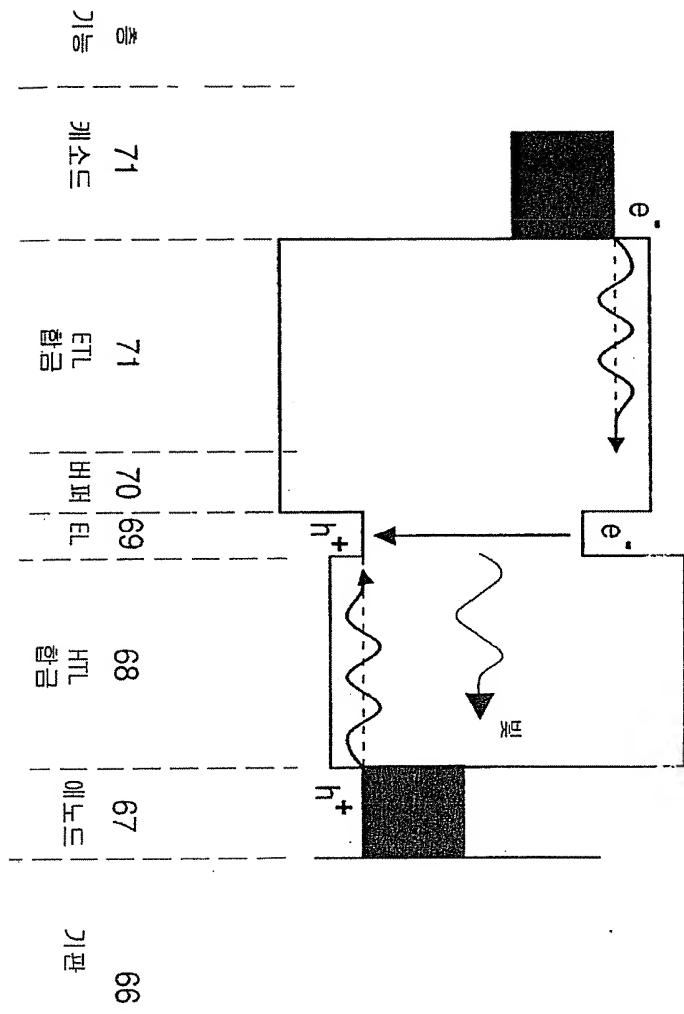
도면 6b



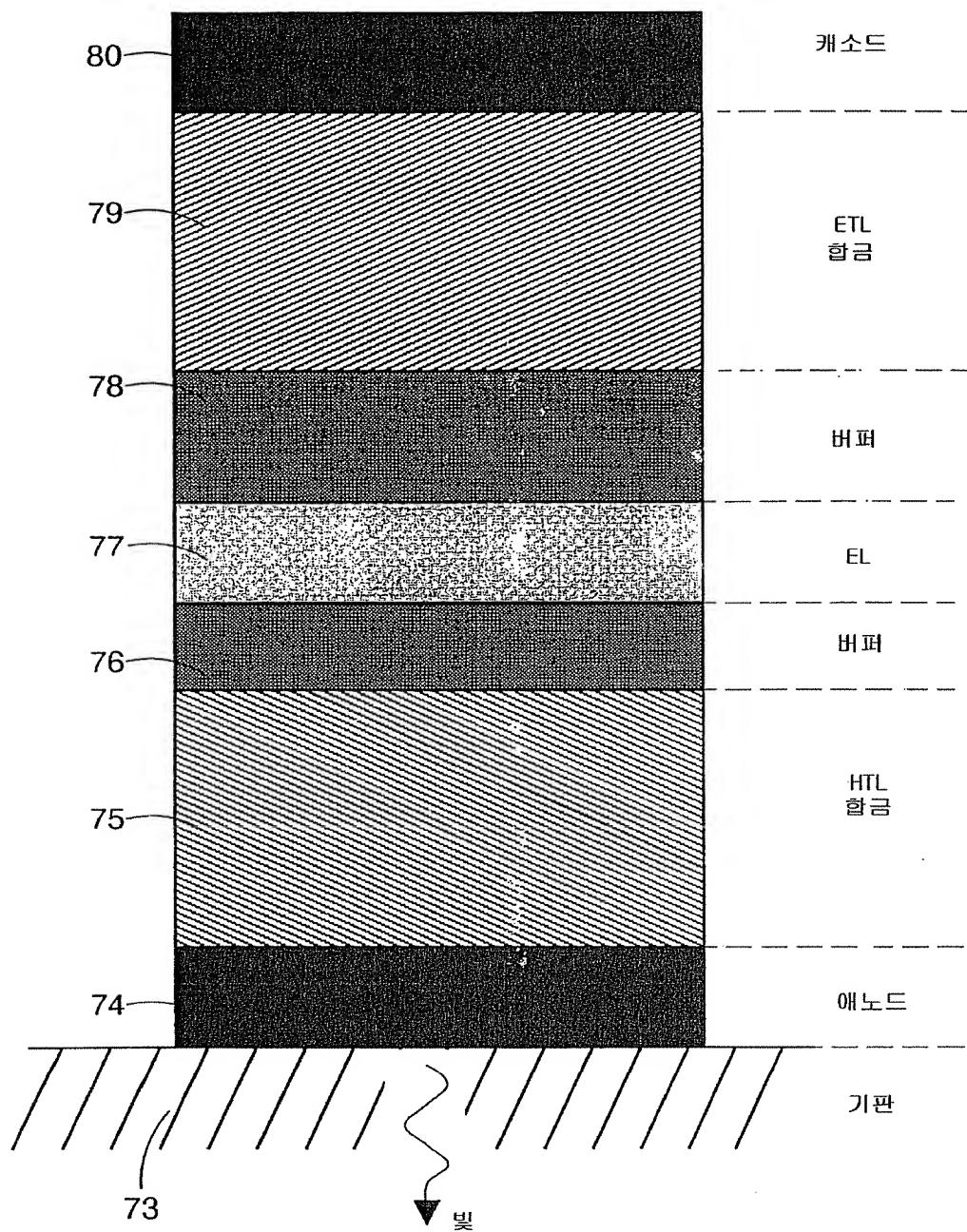
도면 7a



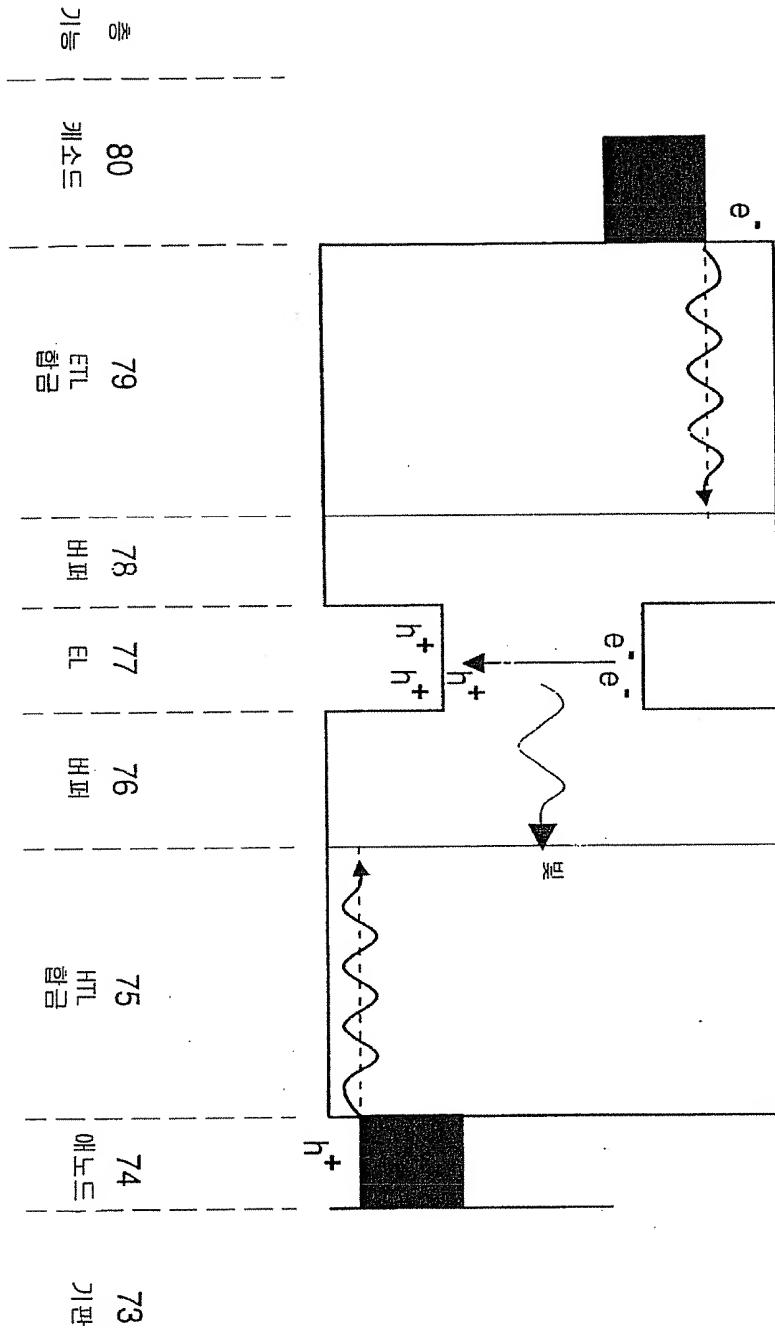
도면7b

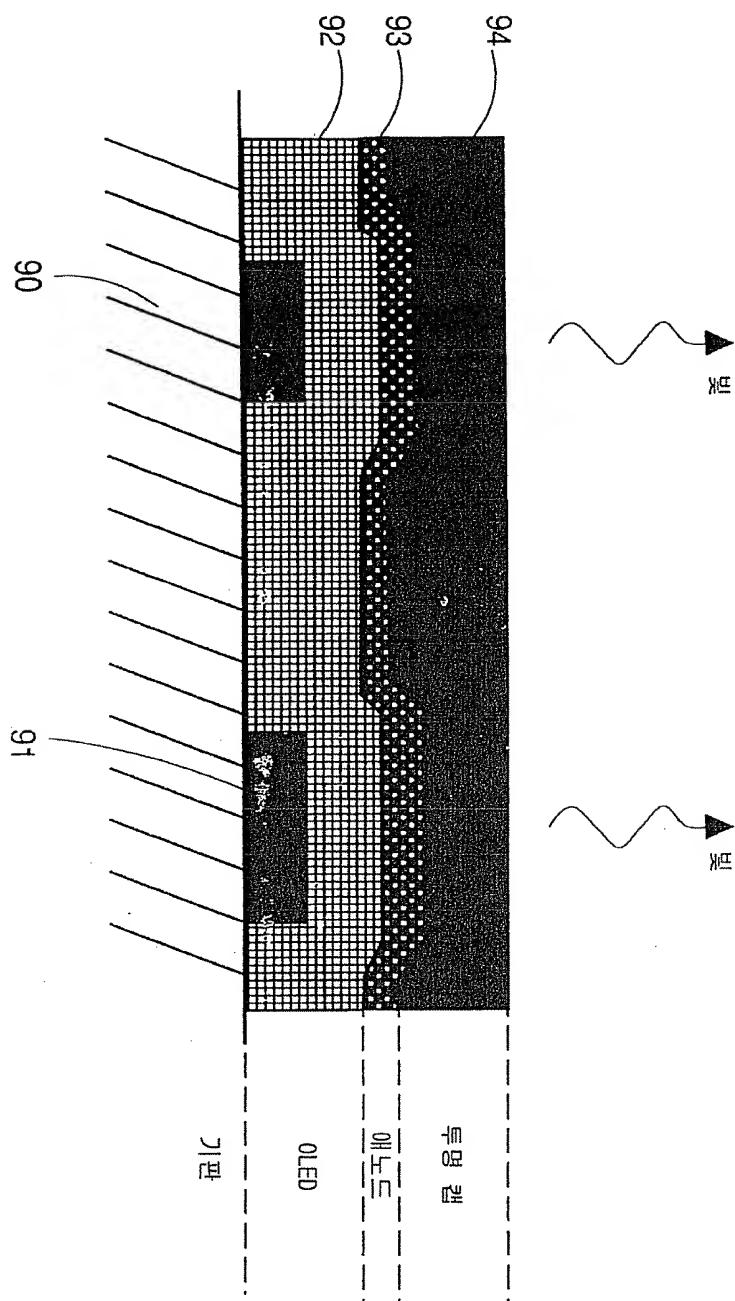


도면 8a

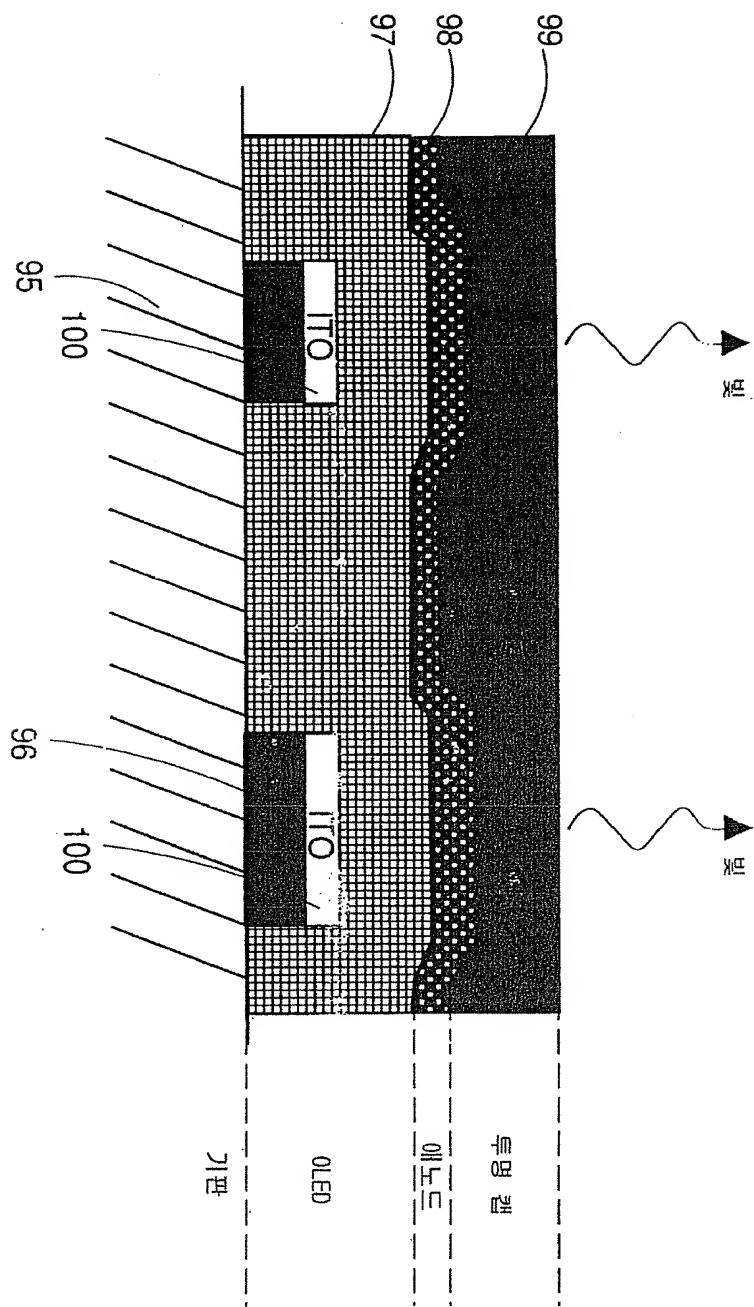


도면 8b





## 도면10



도면11

